COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-VINGTIÈME.

JANVIER — JUIN 1895.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1895

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1895.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Section Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ❋).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ❋).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ❋).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ❋).
PICARD (Charles-Émile) ❋.
APPELL (Paul-Émile) ❋.

Section II. — *Mécanique.*

RESAL (Henri-Amé) (O. ❋).
LÉVY (Maurice) (O. ❋).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ❋.
DEPREZ (Marcel) (O. ❋).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ❋).
LÉAUTÉ (Henry) ❋.

Section III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ❋).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ❋).
LŒWY (Maurice (O. ❋).
TISSERAND (François-Félix) (O. ❋).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ❋.
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave).

Section IV. — *Géographie et Navigation.*

ABBADIE (Antoine-Thompson D') ❋.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ❋).
GRANDIDIER (Alfred) ❋.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ❋).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ❋).
GU YOU (Émile) (O. ❋).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) (o. ✻).
Cornu (Marie-Alfred) (o. ✻).
Mascart (Éleuthère-Élie-Nicolas) (c. ✻).
Lippmann (Gabriel) (o. ✻).
Becquerel (Antoine-Henri) ✻.
Potier (Alfred) (o. ✻).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Friedel (Charles) (o. ✻).
Troost (Louis-Joseph) (o. ✻).
Schützenberger (Paul) (o. ✻).
Gautier (Émile-Justin-Armand) ✻.
Moissan (Henri) ✻.
Grimaux (Louis-Édouard) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

Daubrée (Gabriel-Auguste) (g. o. ✻).
Pasteur (Louis) (g. c. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) o. ✻.
Fouqué (Ferdinand-André) ✻.
Gaudry (Jean-Albert) (o. ✻).
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique.*

Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
Chatin (Gaspard-Adolphe) (o. ✻).
Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
Bornet (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.
N. . . . .

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

Schlœsing (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
Reiset (Jules) (O. ✻).
Chauveau (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ✻).
Dehérain (Pierre-Paul) (O. ✻).
Duclaux (Pierre-Émile) (O. ✻).
Girard (Aimé) (O. ✻).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

Blanchard (Charles-Émile) (O. ✻).
Lacaze-Duthiers (Félix-Joseph-Henri de) (C. ✻).
Edwards (Alphonse Milne-) (O. ✻).
Sappey (Philibert-Constant) (C. ✻).
Ranvier (Louis-Antoine) ✻.
Perrier (Jean-Octave-Edmond) ✻.

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

Marey (Étienne-Jules) (O ✻).
Bouchard (Charles-Jacques) (O. ✻).
Verneuil (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ✻).
Guyon (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
Potain (Pierre-Carl-Édouard) (O. ✻).
Arsonval (Arsène d') ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

Bertrand (Joseph-Louis-François) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

Berthelot (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ✻), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

Pasteur (Louis) (G. C. ✻).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ✻).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (C. ✻).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (C. ✻).
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ✻).
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernst), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph) (O. ✻), à Oxford.
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE, à Leipzig.

Section II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

Beltrami (Eugène), à Rome.
Sire (Georges-Étienne), à Besançon.
Considère (Armand-Gabriel), ☼, à Quimper.
Amsler (Jacob), à Schaffhouse.
Vallier (Frédéric-Marie-Emmanuel), ☼, à Lorient.
Riggenbach (Nicolas), ☼, à Olten (Suisse).

Section III. — *Astronomie* (16).

Hind (John-Russell), à Londres.
Cayley (Arthur), à Cambridge.
Struve (Otto-Wilhelm) (c. ☼), à Pulkowa.
Lockyer (Joseph-Norman), à Londres.
Huggins (William), à Londres.
Newcomb (Simon), à Washington.
Stephan (Jean-Marie-Édouard), ☼, à Marseille.
Hall (Asaph), à Washington.
Gyldén (Jean-Auguste-Hugo) ☼, à Stockholm.
Schiaparelli (Jean-Virginius), à Milan.
Gould (Benjamin-Apthorp), à Cambridge (États-Unis).
Langley (Samuel), à Washington.
Auwers (Arthur), à Berlin.
Rayet (Georges-Antoine-Pons) ☼, à Bordeaux.
Perrotin (Henri-Joseph-Anastase) ☼, à Nice.
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

Richards (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
David (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
Teffé (le baron de), à Rio-de-Janeiro.
Serpa Pinto (Alexandre-Albert da Rocha de), ☼, à Lisbonne.
Grimaldi (Albert-Honoré-Charles) (g. c. ☼), prince souverain de Monaco, à Monaco.
Manen (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie) (o. ☼), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.
Tillo (Alexis de), à Saint-Pétersbourg.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ✱, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire), à Lyon.
RAOULT (François-Marie) ✱, à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin), ✱, à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ✱), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe), à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper), à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

FRANKLAND (Edward) à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✱, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) ✱, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin) ✱, à Nancy.
KEKULÉ (Friedrich-August), à Bonn.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✱), à Londres.
CANNIZARO (Stanislas), à Rome.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Shorehand, near Sevenaoks, Kent.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✱, à Lille.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ✱, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN, à Berlin.
N. . . . .

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
N. . . . .

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.
HELLRIEGEL, à Bernburg (Anhalt) (Allemagne).
PAGNOUL (Aimé), à Arras.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

LOV N (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven (Connecticut).
HUXLEY (Thomas-Henry), à Hodeslea, Eastbourne (England).
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
MARION (Antoine-Fortuné ✻, à Marseille.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ✻), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ✻), à Téhéran.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ✻, à Lyon.
LUDWIG (Carl), à Leipzig.
N . . . .
N . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1895,

PRÉSIDENCE DE M. MAREY.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. A. Cornu obtient.	. . . .	42 suffrages.
M. Tisserand »	. . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. A. Cornu, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1895.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres, qui devront faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1895.

MM. **Fizeau** et **Daubrée** réunissent la majorité des suffrages.

M. **Maurice Lœwy**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1894.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1895.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXVI (1er semestre 1893) et le Tome CXVII (2e semestre 1893) ont paru avec leurs Tables.

Les numéros de l'année 1894 ont été mis en distribution avec la régularité ordinaire.

Mémoires présentés. — Un Mémoire de M. Désiré André, intitulé : « Mémoire sur le triangle des séquences » (*Savants étrangers,* t. XXXII, n° 1).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1894.

Membres décédés.

Section de Chimie : M. **Fremy**, décédé le 2 février.

Section de Minéralogie : M. **Mallard**, décédé le 6 juillet.

Section de Botanique : M. **Duchartre**, décédé le 5 novembre.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Brown-Séquard**, décédé le 1er avril.

Académiciens libres : M. **Favé**, décédé le 14 mars 1894; M. **de Lesseps**, le 7 décembre.

Membres élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **Guyou**, le 15 janvier, en remplacement de M. l'amiral Pâris, décédé.

Section de Chimie : M. **Grimaux**, le 16 avril, en remplacement de M. Fremy, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Aimé Girard**, le 12 février, en remplacement de M. Chambrelent, décédé.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **d'Arsonval**, le 4 juin, en remplacement de M. Brown-Séquard, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Minéralogie : M. **Mallard**, décédé le 6 juillet.
Section de Botanique : M. **Duchartre**, décédé le 5 novembre.
Académicien libre : M. **de Lesseps**, décédé le 7 décembre.

Changements survenus parmi les Associés étrangers depuis le 1er janvier 1894.

Membres décédés.

M. **Van Beneden**, décédé en janvier.
M. **Helmholtz**, décédé le 8 septembre.
M. **Tchébichef**, décédé le 8 décembre.

Membres à remplacer.

M. **Kummer**, décédé le 14 mai 1893.
M. **Van Beneden**, en janvier.
M. **Helmholtz**, le 8 septembre.
M. **Tchebichef**, le 8 décembre.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1894.

Correspondants décédés.

Section de Chimie : M. **de Marignac**, à Genève, décédé le 15 avril.
Section de Minéralogie : M. **Scacchi**, à Naples, décédé en janvier.
Section de Botanique : M. **Pringsheim**, à Berlin, décédé le 6 octobre.

Section d'Anatomie et de Zoologie : M. **Cotteau**, à Auxerre, décédé le 10 août.

Section de Médecine et de Chirurgie : M. **Hannover**, à Copenhague, décédé le 7 juillet; M. **Rollet**, à Lyon, décédé le 2 août.

Correspondants élus.

Section de Physique générale : M. **Blondlot**, à Nancy, le 15 mai, en remplacement de M. Helmholtz, précédemment élu Associé étranger.

Section de Chimie : M. **Cannizaro**, à Rome, le 11 juin, en remplacement de M. de Marignac, décédé.

Section de Minéralogie : M. **de Richthofen**, à Berlin, le 31 décembre, en remplacement de M. Kokscharow, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Pagnoul**, à Arras, le 22 janvier, en remplacement de M. de Gasparin, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. **Wolf**, à Zurich, décédé le 6 décembre 1893.

Section de Géographie et Navigation : M. le baron **de Nordenskiöld**, à Stockholm, élu Associé étranger, le 12 juin 1893.

Section de Minéralogie : M. **Scacchi**, à Naples, décédé en janvier.

Section de Botanique : M. **Pringsheim**, à Berlin, décédé le 6 octobre.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Cotteau**, à Auxerre, décédé le 10 août.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Hannover**, à Copenhague, décédé le 7 juillet; M. **Rollet**, à Lyon, décédé le 2 août.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Préparation, au four électrique, de graphites foisonnants*. Note de M. **Henri Moissan.**

« Nous avons indiqué, dans un précédent Mémoire ([1]), une méthode de préparation du graphite foisonnant, en dissolvant le charbon dans du platine à la température d'ébullition de ce métal ([2]).

» Dans l'ensemble de nos recherches sur les différentes variétés de graphites, nous avons obtenu ce résultat assez curieux, que tous les graphites obtenus par l'action seule d'une température très élevée, sur une variété quelconque de carbone (diamant, noir de fumée) ou par condensation de la vapeur de carbone, ne présentaient pas trace de foisonnement sous l'action de l'acide nitrique concentré. Au contraire, tous les graphites préparés à haute température par solubilité du carbone dans un métal quelconque en fusion étaient foisonnants.

» Le zirconium, le vanadium, le molybdène, le tungstène, l'uranium, le chrome fournissent des graphites foisonnants. Il en est de même de l'aluminium, qui ne se sature de carbone qu'à haute température. Et le phénomène du foisonnement sous l'action de l'acide azotique ne provient pas seulement de l'action du métal sur le carbone, mais surtout de la température à laquelle le graphite est produit.

» En effet, une fonte grise de Saint-Chamond nous a donné, après attaque par le chlore et destruction du carbone amorphe par l'acide azotique, un graphite qui ne se gonflait nullement en présence de l'acide azotique par une légère élévation de température. La même fonte, chauffée fortement au four électrique sous l'action d'un arc de 2000 ampères et 50 volts, a fourni par refroidissement un graphite très foisonnant ([3]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 608.

([2]) Ce graphite foisonnant n'avait pu être préparé jusqu'ici.

([3]) Dans l'étude que nous avons faite de la terre à diamants des puits du Cap, nous avons indiqué que cette brèche serpentineuse renfermait en plus grande quantité que le diamant un graphite cristallisé foisonnant. Les cendres de ce graphite étaient très ferrugineuses.

» Je rappellerai que ce foisonnement se produit sous l'action de l'acide azotique monohydraté. On peut même sécher le graphite imbibé d'acide à l'étuve à 120° pendant toute une journée, et, aussitôt que la température s'élève, la masse se gonfle abondamment par la calcination.

» Pour toutes ces variétés de graphite produites sous l'action d'une chaleur intense, la température de foisonnement n'est pas très élevée. Elle oscille entre 165° et 175°. On voit donc qu'il est inutile de porter ce graphite jusqu'au rouge sombre.

» Nous avons enfermé dans un tube de verre une petite quantité de ce graphite foisonnant, préalablement additionné d'acide azotique, puis séché à l'étuve. Après avoir fait le vide dans le tube, on l'a fermé à la lampe. Le foisonnement se produit dans le vide à la température indiquée précédemment, et il se dégage un mélange gazeux contenant de l'acide carbonique, de l'azote et des vapeurs rutilantes, tandis que quelques gouttelettes d'acide azotique viennent se condenser sur les parois du tube.

» Ainsi que nous l'avons fait remarquer précédemment, ce foisonnement peut donc être attribué au dégagement brusque d'un certain volume de gaz dilaté par la chaleur.

» Ces expériences établissent donc que les graphites foisonnants préparés dans les laboratoires peuvent être aussi nombreux que ceux qu'on rencontre dans la nature; elles permettront sans doute d'expliquer la formation des graphites naturels foisonnants dont certains fournissent, comme on le sait, des cendres le plus souvent très riches en oxyde de fer. Ces graphites paraîtraient donc avoir été produits à une température assez élevée, sans grande pression, au sein de masses de fer qui sembleraient avoir disparu ensuite sous l'action de corps gazeux tels que l'acide chlorhydrique (1).

» Le graphite est un corps qui résiste à la plupart des agents chimiques. Au rouge sombre, la vapeur d'eau et l'air n'ont aucune action sur lui. Il s'est donc trouvé séparé de sa gangue métallique, et il a formé des amas plus ou moins grands ou il a été disséminé dans les roches.

» De toutes ces expériences nous pouvons conclure, au point de vue chimique, qu'une élévation de température assez grande amène une variété quelconque de carbone à la forme de graphite foisonnant ou non foisonnant.

---

(1) Cette formation d'un chlorure de fer facilement volatil pourrait être la cause de la dissémination du fer pendant les premières périodes géologiques.

» Certains composés, en particulier les corps iodés, peuvent déterminer cette transformation à plus basse température, comme M. Berthelot l'a démontré. Mais ce sont là des réactions comparables à celles de l'iode sur le phosphore ordinaire, qui permettent à une polymérisation de se produire un peu plus tôt sans modifier le sens général du phénomène.

» Le graphite est la variété de carbone stable à haute température; toutes nos recherches le démontrent surabondamment. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Des nerfs vasomoteurs des veines.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Claude Bernard a établi que la circulation du sang dans les vaisseaux est sous la dépendance de nerfs auxquels il a donné le nom de *vaso-moteurs*.

» L'expérience classique pour démontrer l'existence des nerfs vaso-moteurs consiste à couper, chez un lapin, le filet sympathique cervical. Un instant après la section du nerf, l'oreille se congestionne. Tous les vaisseaux, artères, veines et capillaires, y sont dilatés par le sang. On ne sait encore si la dilatation des veines est, comme celle des artères, la conséquence de la paralysie de leur tunique musculaire, ou si elle n'est pas simplement le résultat de l'augmentation de la tension sanguine. En effet, les veines ayant une paroi mince et extensible, si le sang y arrive des artères en plus grande abondance et sous une pression plus grande que d'habitude, on conçoit qu'elles puissent se laisser distendre sans qu'il y ait paralysie de leurs éléments contractiles.

» La question des nerfs vaso-moteurs des veines reste donc entière après l'expérience de Claude Bernard. Cette question a cependant une grande importance pour la Physiologie et la Pathologie. J'ai fait remarquer moi-même, il y a près de trente ans, que les effets des vaso-moteurs doivent être tout autres suivant que leur action porte sur les artères ou sur les veines. Supposons que, sous leur influence, les artères se contractent, il y aura un apport moins considérable de sang dans les capillaires et, par suite, de l'anémie. Si, au contraire, l'action des vaso-constricteurs se fait sentir sur les veines seules, il se produira de la congestion avec stase.

» Il paraissait fort difficile, au premier abord, de montrer expérimentalement que les veines sont soumises aux vaso-moteurs. Je l'ai longtemps cherché. J'y suis arrivé seulement dans ces derniers temps, et cela par un

procédé fort simple, tellement simple que, pour le mettre en pratique, il n'est pas du tout nécessaire d'être physiologiste.

» Je suis obligé de rappeler d'abord une Note antérieure dans laquelle j'ai montré que, chez le Lapin, on peut produire les effets de la vaso-dilatation artérielle en pressant transversalement avec l'ongle l'artère auriculaire contre le cartilage de l'oreille. L'artère se dilate au-dessus du point comprimé tandis qu'au-dessous elle conserve son calibre habituel. Ce n'est pas la compression de l'artère elle-même qui amène ce résultat. Il doit être attribué à la paralysie des nombreux faisceaux nerveux qui sont dans son voisinage immédiat et qui ont été atteints par l'action mécanique. L'artère résiste, mais les nerfs plus fragiles sont coupés.

» Voici maintenant les expériences nouvelles que je veux communiquer aujourd'hui :

» 1° Si, après avoir déterminé la dilatation de l'artère auriculaire par le procédé que je viens d'indiquer, on comprime de la même façon, toujours avec l'ongle, la veine marginale externe, celle-ci se dilate au-dessus du point comprimé; 2° La compression de la veine marginale suffit à amener sa dilatation, sans qu'il soit nécessaire d'avoir au préalable paralysé l'artère médiane.

» La dilatation des veines au delà de la région comprimée est liée à la destruction mécanique des filets nerveux qui les accompagnent et qui président à l'innervation de leurs éléments musculaires. Il y a donc des vaso-moteurs veineux comme il y en a d'artériels. Je pourrais relater encore plusieurs expériences que j'ai faites pour établir l'exactitude de cette manière de voir. Je ne les donne pas ici parce qu'elles concourent simplement à la confirmer. »

VOYAGES SCIENTIFIQUES. — *Sur les premières campagnes scientifiques de la « Princesse-Alice »*. Note du Prince **Albert Ier de Monaco.**

« Le fonctionnement du matériel scientifique, installé sur la *Princesse-Alice*, est aujourd'hui complet, et une véritable campagne zoologique et océanographique vient d'avoir lieu. Mais les essais de 1892 et de 1893 n'avaient pas été infructueux et leurs résultats sont compris dans la présente Note.

» *Océanographie*. — Au cours de ces trois années, 58 sondages ont été opérés dans le bassin occidental de la Méditerranée, le détroit de Gibraltar

et le golfe de Gascogne, au large des côtes occidentales du Maroc, du Portugal et de l'Espagne, jusqu'à la profondeur de 4898^{m}; 46 échantillons d'eau ont été prélevés dans ces mêmes régions, excepté dans le golfe de Gascogne, jusqu'à la profondeur de 3295^{m}. Chacune de ces opérations a été accompagnée d'une prise de température.

» M. le Professeur Buchanan, jadis membre de l'expédition du *Challenger*, a déterminé en partie dans le laboratoire de la *Princesse Alice*, au moment même des opérations, et en partie dans son propre laboratoire d'Édimbourg, la densité et l'alcalinité de ces échantillons et d'un nombre considérable d'autres, pris journellement à la surface.

» Ces travaux ont confirmé certains faits énoncés par Gwynn Jeffreys et par Carpenter.

» Durant les voyages de 1893 et de 1894, les opérations océanographiques, que l'on faisait précédemment au moyen de fils d'acier, ont eu lieu sur un câble du même métal composé de trois torons de trois fils P, qui offre une souplesse et une résistance bien supérieures sous un diamètre encore très petit ([1]).

» Les bouées des appareils pour la Zoologie, que j'ai réussi cette année à poser jusqu'à une profondeur de près de 5000^{m}, où elles restaient un ou deux jours, constituaient en pleine mer des points fixes, au moyen desquels j'ai pu faire, sur la direction et sur la vitesse des courants, certaines observations qui ont confirmé les résultats de mes anciennes expériences par le flottage ([2]). Ainsi, j'ai vu, à 80 milles au large de la côte occidentale du Maroc, que la direction des eaux oscillait durant vingt-quatre heures entre le S. 19° O. et le S. 19° E., sans doute influencée par les marées. Depuis cette région jusque près du golfe de Gascogne, la marche des eaux ne s'écartait pas beaucoup du Sud.

» Ces observations, répétées sur un grand nombre de points et à des époques différentes, constitueraient la meilleure méthode pour une étude très exacte des courants.

» *Zoologie*. — De 1892 à 1894, j'ai fait, dans le bassin occidental de la Méditerranée, plusieurs dragages, dont les résultats insignifiants confirment la pauvreté des grands fonds de cette mer en animaux que le chalut peut atteindre, et signalée par les explorateurs précédents.

» Mais quatorze descentes de nasse ont montré, jusqu'à la profondeur

---

([1]) Résistance : 250^{kg}; diamètre : 2^{mm},3.

([2]) *Comptes rendus*, 8 février 1892.

de 2230^{m}, entre Monaco et la Corse, une abondance de poissons et de Crustacés comparable à celle de l'Atlantique; une nasse a rapporté, en effet, 89 Squales noirs [1] (*Centrophorus squamosus*) et une autre 33 Crustacés (*Acantephyza pulchra*).

» La campagne très sérieuse que j'ai accomplie, en 1894, dans l'Atlantique a été contrariée par la persistance extraordinaire des vents du nord au nord-est, qui n'ont pas cessé vingt-quatre heures, pendant soixante-dix jours, de souffler sur le champ d'exploration choisi par la *Princesse Alice*, entre les Canaries et la Manche, et cela avec une violence qui rendait fort difficiles, quand elle ne les empêchait pas, mes travaux déjà si délicats.

» Néanmoins douze descentes de nasse, dont l'une a atteint la profondeur considérable de 4898^{m} pour la première fois, ont présenté des résultats fort intéressants. Tout en me donnant des animaux qu'il est impossible d'obtenir par d'autres moyens, elles m'ont permis de cuber, en quelque sorte, l'abondance de certaines espèces sur un point donné.

» Dans le détroit de Gibraltar, une nasse demeurée vingt heures à 924^{m} de profondeur est remontée avec sept Congres (*Conger vulgaris*) énormes, dont l'inertie totale et le gonflement de la vessie natatoire faisaient supposer la mort par décompression des organes et des tissus, quand ils reprirent une vitalité telle qu'il fallut les assommer à coups de bâton pour s'en rendre maître.

» La visite du banc Gorringe, situé par 36°31′ lat. N. et 13°54′ long. O., malheureusement interrompue par le mauvais temps, a permis d'y constater la présence d'une faune littorale extraordinairement abondante. Une heure de pêche avec trois ou quatre lignes a fourni environ 90^{kg} de poisson (*Serranus* et *Labrus*) de la profondeur de 60^{m}; une nasse laissée pendant dix-huit heures à 175^{m}, est remontée avec 4 *Conger vulgaris*, 160 Crevettes du genre *Pandalus* et une centaine de *Comatules*. D'autre part, on voyait à la surface, des quantités de poissons grands et petits.

» Deux nasses, descendues à 3610^{m} et à 3789^{m} au large du Maroc et du Portugal, ont rapporté des poissons voisins des *Paraliparis*.

» Une autre nasse, laissée pendant quinze heures dans une profondeur de 1674^{m} au large de la Corogne, est remontée avec 251 poissons (*Simenchelys parasiticus* et *Synaphobranchus pinnatus*). C'est la première fois que ces deux espèces de poissons trouvées d'abord et en nombre considérable dans mes nasses aux Açores, paraissent dans les mers d'Europe.

---

(1) *Comptes rendus*, 9 juin 1890.

» Une autre nasse encore, descendue à 2620^m dans le golfe de Gascogne et laissée pendant vingt heures, nous a montré, en compagnie de 11 *Simenchelys* et de 9 grands Amphipodes (*Hoplonyx cicada*), un Squale (*Centrophorus*) long de $0^m,80$ dont les parties molles, musculaires et tendineuses avaient été totalement dévorées par de petits crustacés, et dont la peau intacte sur la charpente osseuse s'affaissa comme un sac vide quand elle fut sortie de l'eau. Un certain nombre de ces crustacés, remarquables par leur puissance destructive, car ils ont dévoré en quelques heures environ 4^{kg} de matière organique, sont remontés dans les petites nasses que je mets toujours à l'intérieur des grandes.

» Je viens donc pour la première fois d'employer les nasses avec succès jusqu'à une profondeur voisine de 4000^m, et j'ai réussi, en les laissant séjourner plus longtemps qu'autrefois, à capturer des animaux à marche lente, tels que des Mollusques, des Comatules et des Ophiures. D'autre part, une descente de nasse et un dragage opérés simultanément sur un point situé par 43°52′ latitude nord et 11°22′ longitude ouest, dans une profondeur de 1674^m, ont montré que ces deux systèmes ne font pas double emploi, tandis que la nasse remontait des *Simenchelys* et des *Synaphobranchus*, le chalut ne rapportait aucun de ces poissons, mais des Macroures, des Pycnogonides, des Crinoïdes, des Astéries, des Oursins, etc.

» J'ai obtenu le bras d'un Céphalopode pélagique remarquable, en attachant un filet très léger à la bouée de mes nasses; je comptais sur le courant pour tenir ouvert ce simple appareil et pour y amener des objets flottants (¹).

» Mon ancien chalut de surface de l'*Hirondelle* a donné, entre autres résultats, des Céphalopodes pélagiques transparents et fort petits.

» Quatre dragages opérés dans l'Atlantique, depuis la profondeur de 552^m jusqu'à celle de 3745^m, ont été assez peu productifs.

» Dans l'Atlantique et dans la Méditerranée, de nombreux Dauphins, des Tortues et plusieurs centaines de poissons ont été disséqués par M. Jules Richard pour la recherche de leurs parasites et l'examen de leur nourriture. L'estomac d'un Dauphin pris en Méditerranée a fourni de la sorte un Céphalopode nouveau (*Chtenopteryx cyprinoïdes*) décrit par M. Joubin (²).

» M. Richard, analysant à bord les gaz de la vessie natatoire des Simen-

(¹) *Comptes rendus*, 24 octobre 1887.
(²) *Bull. soc. zool. de France;* avril 1894.

chelys pris à 1674^m, y a trouvé une proportion considérable d'oxygène.

» Enfin, j'ai fait, depuis 1892, partout où j'ai été, des expériences sur l'attraction des animaux pélagiques au moyen de la lumière artificielle. Une lampe électrique étanche de 50 bougies, descendue à 2^m de profondeur, était entourée au bout de cinq minutes par un nuage de Crustacés et d'Annélides très petits dont les espèces variaient suivant les localités. Il venait aussi des poissons tels que des Scopélidés, des Poissons volants (*Exocœtus Rondeleti*), des *Belone belone* et même des Céphalopodes. On capturait facilement tous ces animaux avec un simple filet à papillons.

» Le peintre attaché depuis longtemps à mes campagnes scientifiques, M. Marius Borrel a pris les couleurs de tous les organismes pour lesquels cela semblait utile.

» En somme l'outillage scientifique de la *Princesse-Alice* est complet, quoique s'améliorant sans cesse, et les savants qui ont travaillé dans son laboratoire l'ont trouvé tout à fait pratique et commode. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Scacchi*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 40,

M. Matheron obtient	. . . .	38 suffrages
M. de Rouville »	. . . .	1 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Matheron**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-H. West** adresse une Note intitulée : « Pourquoi les chats retombent-ils toujours sur leurs pattes? »

(Commissaires : MM. Marey, Marcel Deprez, Picard, Appell, Guyou.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de la Lettre suivante, qui a été adressée à M. le Président par l'Ambassade impériale de Russie :

« Paris, le 12 décembre 1894.

» Monsieur le Président,

» L'adresse, par laquelle vous avez bien voulu, ainsi que les Représentants des cinq Académies, exprimer la vive part que l'Institut de France avait prise au deuil où la Russie a été plongée à la suite du décès de Sa Majesté l'Empereur Alexandre III, a été placée sous les yeux de son Auguste Fils l'Empereur Nicolas II.

» Très sensible aux sentiments dont, au nom de l'Institut, vous avez bien voulu vous faire l'interprète, Sa Majesté a daigné ordonner de vous en exprimer tous ses remercîments, en vous priant d'en être l'organe autorisé auprès de l'Institut de France que vous présidez.

» Je suis heureux, Monsieur le Président, d'être appelé à servir d'intermédiaire auprès de vous, à l'expression des sentiments de gratitude de mon Auguste Souverain, et vous prie de vouloir bien agréer, en même temps, l'hommage de ma très haute considération.

» *Le Chargé d'Affaires de Russie,*

« De Giers. »

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Paris, le 3 janvier 1895.

« Monsieur le Président,

» M. le Ministre des Affaires étrangères vient de me communiquer une dépêche dans laquelle l'Ambassadeur de la République à Berlin lui rend compte de la cérémonie célébrée, le 14 de ce mois, en l'honneur de feu M. *de Helmholtz*, Associé étranger de l'Académie des Sciences.

» M. Herbette, qui assistait à cette cérémonie, annonce à mon Collègue que Mme de Helmholtz, en le remerciant de sa présence, a ajouté qu'elle avait été très sensible à l'hommage rendu à son mari dans la dernière séance plénière de l'Institut de France.

» Je m'empresse de vous faire part des sentiments exprimés par la veuve de l'illustre savant et je vous serai très reconnaissant de vouloir bien les porter à la connaissance de vos confrères. »

M. **Berthelot** annonce, à cette occasion, qu'une souscription est ouverte à Berlin, pour l'érection d'un monument à M. *von Helmholtz*.

MM. **Blanc**, **Le Chatelier**, **H. Willotte** adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

Mme Vve **Elliot** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par son mari feu M. Elliot, le 8 janvier 1894, et inscrit sous le n° 4973.

Ce pli, ouvert en séance, contient une analyse du travail de M. Elliot qui a été honoré d'une mention dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 30e année du « Journal du Ciel », publié par M. *Joseph Vinot*.

ASTRONOMIE. — *Addition à la théorie du mouvement de Saturne par Le Verrier et rectification des Tables.* Note de M. **A. Gaillot**, présentée par M. Tisserand.

« Les Tables du mouvement de Saturne, construites par Le Verrier, et fondées sur les résultats que lui a donnés la méthode d'interpolation, représentent imparfaitement les observations antérieures à leur publication, plus imparfaitement encore celles qui ont été faites dans les années suivantes.

» Devait-on en conclure que la méthode est défectueuse, ou simplement admettre l'existence de quelque erreur dans l'application qui en a été faite ?

» Pour nous, qui avons vu Le Verrier à l'œuvre, qui avons été son modeste auxiliaire dans ce travail, et qui savons avec quelle conviction et avec quel soin méticuleux il en a élaboré le plan, la première hypothèse était peu vraisemblable et la seconde seule admissible. Nous ajouterons, pour répondre à une objection souvent répétée, que si la méthode d'interpolation n'était pas la plus satisfaisante pour l'esprit, au point de vue de l'analyse pure, elle était du moins la plus sûre pour obtenir la somme totale des termes qui sont du troisième ordre par rapport aux masses, et sans lesquels on ne peut espérer d'arriver à une représentation précise et durable du mouvement de Saturne.

» Mettant en pratique le conseil donné par Le Verrier, après avoir revu toutes les formules sans y rien découvrir de suspect, nous avons appliqué

exactement la même méthode à la détermination des perturbations pour les époques 2350 et 2850 : les résultats, comparés terme à terme à ceux que Le Verrier avait trouvés pour 1850, ont donné, sauf pour la grande inégalité, des différences identiques à celles qu'on déduit de l'analyse. Il n'y avait donc pas eu d'erreur sérieuse dans les calculs.

» Revenant à plusieurs reprises à l'examen des formules, nous avons fini par découvrir, non une erreur qui eût été probablement plus facile à trouver, mais une omission grave, commise en donnant à ces formules la forme pratique nécessaire pour la mise à exécution du travail.

» Le Verrier donne, pour l'expression des parties principales des perturbations des éléments [1] :

$$\frac{1}{n}\frac{d\varepsilon'}{dt} = -\frac{2m\nu}{\mu'} \quad a'^2 \frac{dR(1,0)}{da'},$$

$$\frac{1}{n^2}\frac{d^2\rho'}{dt^2} = -\frac{3m\nu^2}{\mu'} \quad a' \frac{dR(1,0)}{d\varepsilon'},$$

$$\frac{1}{n}\frac{d\varpi'}{dt} = -\frac{m\nu}{\mu' \tan\psi'} a' \frac{dR(1,0)}{de'},$$

$$\frac{1}{n}\frac{de'}{dt} = -\frac{m\nu}{\mu' \tan\psi'} a' \frac{dR(1,0)}{d\varpi'}.$$

» Ces formules sont exactes, mais, en les développant, il attribue une valeur numérique constante aux facteurs ν et ν^2, comme s'il n'avait eu à calculer que les perturbations du premier ordre par rapport aux masses.

» La variation du moyen mouvement n' étant liée à celle du demi grand axe a' par la relation $\frac{\delta n'}{n'} = -\frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}$, de $\nu = \frac{n'}{n}$, on déduit facilement $\frac{\delta\nu}{\nu} = -\frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}$ et $\frac{\delta(\nu^2)}{\nu^2} = -3\frac{\delta a'}{a'}$ [2]. Il résulte de là que, dans les formules développées en vue du calcul des termes d'ordres supérieurs, on doit remplacer ν et ν^2 respectivement par $\nu\left(1 - \frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}\right)$ et $\nu^2\left(1 - 3\frac{\delta a'}{a'}\right)$; ce qui revient à dire que toutes les dérivées calculées par Le Verrier doivent être multipliées, selon les cas, par $1 - \frac{3}{2}\frac{\delta a'}{a'}$ ou par $1 - 3\frac{\delta a'}{a'}$; chaque valeur

---

(1) *Voir*, pour les notations, *Annales de l'Observatoire de Paris*, *Mémoires*, t. XI, addition au Chapitre XXI.

(2) Il n'y a pas lieu de tenir compte des variations du diviseur n (moyen mouvement de Jupiter), introduit dans les formules pour la commodité du calcul et finalement éliminé en multipliant tous les résultats par la valeur constante qui lui avait été attribuée au début.

de $\delta a'$ correspondant aux mêmes positions de Jupiter et de Saturne que la dérivée considérée.

» On trouve ainsi qu'on doit ajouter aux résultats primitivement obtenus un certain nombre de termes dont voici les principaux (ceux dont le coefficient atteint ou dépasse 1″).

$$\Delta.\delta l' = +2'',02\sin\zeta + 1'',88\sin 2\zeta - 1'',13\sin(l'+\zeta) + 23'',03\sin V + 0'',92\cos V \qquad V = 3l' + 2\zeta,$$

$$\Delta.\delta e' = -1'',26\sin(l'-\zeta) - 3'',05\sin l' + 1'',43\sin(l'+\zeta) + 0'',84\sin V - 1'',02\cos V,$$

$$\Delta.e'\delta\varpi' = +1'',27\cos(l'-\zeta) + 3'',09\cos l' - 1'',52\cos(l'+\zeta) - 0'',99\sin V - 0'',79\cos V;$$

ce à quoi il faut ajouter, pour les variations séculaires : $\frac{d\varepsilon'}{dt} = -1'',31$, $\frac{de'}{dt} = +0'',00765$ et $e'\frac{d\varpi'}{dt} = -0'',02227$. En tenant compte de ces deux dernières corrections, l'excès des résultats fournis par l'interpolation sur ceux que l'on déduit de l'analyse se réduit, après deux petites corrections faites aux résultats primitifs, à $\Delta\frac{de'}{dt} = -0'',00732$ et $\Delta e'\frac{d\varpi'}{dt} = +0'',00415$.

» Quant au terme séculaire de $\frac{d^2\rho'}{dt^2}$, que Le Verrier avait trouvé égal à $+0'',000204$ et qui, après rectification d'une erreur, était en réalité $+0'',000466$, il se trouve réduit à $+0'',000033$, résultat correspondant à un résidu de 22 unités du dernier ordre, sur une somme de 1536 nombres dont chacun est fourni par des opérations multiples. Ce résultat étant plusieurs fois inférieur à son erreur probable peut être considéré comme nul. Il en résulte que, pour Saturne tout au moins, il n'y a pas de variation séculaire sensible du moyen mouvement, et par conséquent du grand axe, même en tenant compte des termes du troisième ordre.

» Le Verrier, ayant trouvé pour l'époque 1850 des différences notables entre les coefficients de la grande inégalité (argument $V = 5l - 2l'$) fournis par l'analyse et ceux que donnait l'interpolation, n'avait point osé se servir de ceux-ci, et avait conservé les premiers dans la construction de ses Tables. La marche régulière et progressive de ces différences, aux époques 2350 et 2850, comparées à l'époque 1850, fait disparaître tous les doutes à cet égard : ce sont bien les coefficients fournis par l'interpolation qu'il faut employer. Il en résulte qu'on doit ajouter, de ce chef,

aux perturbations données par les Tables, les corrections totales :

$$\begin{aligned}
\delta l' = &+(+67'',20 + 4'',26\upsilon - 14'',14\upsilon^2)\sin V\\
&+(-5'',92 - 21'',10\upsilon + 2'',49\upsilon^2)\cos V\\
&+(+3'',14 + 4'',52\upsilon - 1,90\upsilon^2)\sin 2V\\
&+(+0'',56 + 0'',68\upsilon - 1'',65\upsilon^2)\cos 2V,\\
\delta e' = &+(+1,21 + 0'',24\upsilon - 0'',70\upsilon^2)\sin V\\
&+(-5'',40 + 0'',79\upsilon - 0'',09\upsilon^2)\cos V\\
&+(+0'',48 - 0'',13\upsilon + 0'',11\upsilon^2)\sin 2V\\
&+(-0'',41 + 0'',21\upsilon - 0'',15\upsilon^2)\cos 2V,\\
e'\delta\varpi' = &+(-1'',29 + 0'',00\upsilon + 0'',35\upsilon^2)\sin V\\
&+(-0'',54 - 0'',57\upsilon + 0'',53\upsilon^2)\cos V\\
&+(-0'',80 - 0'',66\upsilon + 0'',23\upsilon^2)\sin 2V\\
&+(-1'',09 + 0'',51\upsilon + 0'',04\upsilon^2)\cos 2V,
\end{aligned}$$

en posant, comme Le Verrier, $\upsilon = \dfrac{t - 1850}{500}$.

» Ces corrections considérables proviennent des termes du troisième ordre, comme nous avons pu nous en assurer par le calcul analytique direct de quelques-uns de ces termes, calcul qui nous a donné des coefficients comparables en grandeur aux précédents. Nous avons, d'ailleurs, bientôt reconnu que le nombre de ces termes est si considérable, leur provenance si diverse, qu'il y a tout lieu de craindre d'en omettre un grand nombre, et non des moindres, par le calcul analytique ; d'où notre conviction que pour cet objet spécial la méthode d'interpolation est de beaucoup la plus sûre.

» Dans ce qui précède, nous avons énuméré les modifications qu'il convient de faire subir à la partie des Tables représentant les perturbations dues aux actions réciproques de Jupiter et de Saturne.

» Nous avons reconnu, d'autre part, la nécessité de tenir compte d'un assez grand nombre de termes correctifs, les uns dépendant de modifications à apporter au calcul des perturbations dues à l'action directe d'Uranus, les autres, qui sont du second ordre, ayant pour origine l'influence des actions combinées d'Uranus et de Neptune, et d'Uranus et de Jupiter [1].

» Tous ces termes sont individuellement très faibles ; toutefois leur influence collective est loin d'être négligeable ; elle produit, par exemple,

---

[1] Le Verrier n'avait calculé, dans cette dernière série, que les termes de l'inégalité à longue période dépendant de l'argument $W = 2\,l_4 - 6\,l_5 + 3\,l_6$.

une correction totale de la longitude vraie égale à $-3'',5$ en 1839, à $+2'',5$ en 1853. Le nombre total de ces termes est, d'ailleurs, trop considérable pour que nous puissions en donner le détail ici.

» Après avoir refait complètement le calcul des positions théoriques de Saturne, en ayant égard aux diverses corrections que nous venons d'énumérer, nous avons repris la résolution des équations de condition établies par Le Verrier, après leur en avoir adjoint un certain nombre fondées sur les observations faites de 1870 à 1890. Nous avons préalablement modifié les coefficients différentiels, de manière à ce que les équations tiennent compte, à la fois, des changements que les corrections inconnues de la valeur des éléments doivent produire dans le calcul des lieux elliptiques et dans celui des perturbations. Les résidus définitifs (calcul — observation), obtenus après les corrections dépendant de la rectification des éléments et du changement dans la valeur des masses perturbatrices, sont présentés dans le Tableau suivant, en regard de ceux qui avaient été obtenus primitivement par Le Verrier.

Époques.	R_1.	R_2.	R_3.	$\frac{1}{e'_0}\frac{dv'}{d\varpi'}.t.$	R'_3.
1752,8	+7″,1	+0″,1	+2″,2	−183	−0″,6
1755,2	+8,1	+0,8	+1,7	−157	−0,8
1758,1	+4,6	+0,2	+2,4	−93	+1,1
1761,0	−2,8	+0,8	+0,4	+16	+1,3
1768,9	−6,8	−2,2*	−2,6	+163	+1,4
1775,2	+2,6	+1,7	−3,1	+12	−2,3
1782,4	−6,7	−2,1	+2,4	−104	+0,3
1788,8	−10,8	−9,4	+2,7	−37	+1,7
1792,3	−10,5	−8,7	−2,0	+39	−1,5
1797,5	−1,8	+1,0*	−3,7	+104	−1,4
1804,0	−5,0	−0,7	−1,3	+13	−0,5
1810,4	+1,7	−4,8	+1,4	−67	+0,7
1814,1	+7,6	+0,4	+2,0	−63	+1,2
1818,9	+7,5	+4,8	+1,6	−9	+1,8
1822,0	+2,4	+2,5	+0,4	+30	+1,2
1826,2	+1,2	−3,1	−1,5	+46	−0,5
1837,1	+5,0	+1,6	0,0	−15	−0,4
1838,3	+2,5	+5,0	+1,7	−16	+1,4
1839,4	−1,2	+4,7	+1,1	−17	+0,7
1840,4	−5,3	+2,7	+0,1	−16	−0,2
1842,1	−3,7	+1,1	−0,5	−14	−0,8
1844,0	−3,6	−4,2	−2,0	−9	−2,3
1846,1	−4,3	−2,1	−0,4	−4	−0,7
1847,6	−3,5	−0,2	+1,0	−1	+0,8
1849,2	−1,4	−1,7	+2,2	0	+0,5
1851,4	+0,1	−2,0	+0,3	+1	−0,2
1853,4	+3,3	−0,8	−1,1	−5	−1,7
1854,9	+6″,5	+1″,9	−0″,6	−10	−1″,2
1856,0	+6,4	+3,7	+0,2	−14	−0,4
1859,0	+9,8	+3,6	+0,9	−16	+0,5
1861,2	+9,6	−1,4	−0,4	−12	−0,6
1862,9	−2,7	−2,3	−1,6	−4	−1,5
1864,3	−8,6	−1,7	−1,4	+4	−1,2
1865,3	−10,6	−1,2	−0,9	+10	−0,5
1866,3	−7,9	−1,0	−1,7	+16	−1,0
1867,4	−1,2	−1,1	−0,3	+22	+0,6
1868,4	+4,1	−1,2	−0,8	+28	+0,3
1869,5	+6,7	−0,9	−0,6	+34	+0,7
1870,8		−0,2	−0,6	+38	+0,8
1872,5		+2,6	−0,6	+40	+0,9
1873,6		+2,3	−2,2	+38	−0,8
1874,6		+4,8	−1,8	+34	−0,4
1876,3		+8,7	−2,3	+24	−1,1
1877,6		+10,5	−0,4	+9	+0,5
1878,7		+11,1	−0,2	−3	+0,4
1879,8		+11,2	+0,7	−17	+0,9
1880,8		+11,1	+0,2	−31	+0,1
1881,8		+8,7	+0,2	−44	−0,3
1882,9		+7,3	+2,1	−59	+1,2
1883,9		+5,8	+1,9	−68	+0,8
1885,5		+3,6	+1,2	−77	−0,3
1887,5		+2,0	+2,2	−71	+1,0
1889,1		+1,8	+1,3	−56	+0,2
1890,2		+1,6	+1,1	−40	+0,3

» Dans ce Tableau la colonne R_1 contient les résidus correspondant aux Tables déduites du seul travail analytique; la colonne R_2 ceux qui sont relatifs au travail d'interpolation de Le Verrier (deux valeurs rectifiées sont affectées d'un astérisque *); la colonne R_3 ceux auxquels nous arrivons par les corrections énoncées ci-dessus.

» On voit par l'inspection de ces derniers résidus que nous sommes arrivé à représenter d'une manière satisfaisante, toutes les observations faites de 1751 à 1890 : les écarts qui atteignaient 11″ dans les solutions précédentes étant tous, sauf deux, inférieurs à 3″. Toutefois il est possible d'arriver à une représentation plus exacte encore de ces observations.

» L'examen des équations de condition, rapprochées des résidus R_3, nous a fait voir qu'il existe une relation entre ceux-ci et les coefficients différentiels $\frac{1}{e'_0}\frac{dv'}{d\varpi'}$, multipliés par le temps t compté à partir de 1850. C'est ce que l'on peut vérifier, à simple vue, en comparant, dans le Tableau précédent, les nombres de la colonne R_3 avec ceux de la colonne suivante, $\frac{1}{e'_0}\frac{dv'}{d\varpi'}$, les signes étant toujours contraires pour des valeurs un peu considérables des uns ou des autres. Cette constatation nous a conduit à admettre, dans le mouvement de la longitude du périhélie, un accroissement annuel $\Delta\frac{d\varpi'}{dt}$, dû à une cause non déterminée.

» La résolution à nouveau des équations de condition, après l'introduction d'une nouvelle inconnue $\Delta e'_0\frac{d\varpi'}{dt}$, nous a donné pour la valeur de celle-ci :

$$\Delta e'_0\frac{d\varpi'}{dt} = +0'',02235, \qquad \text{d'où} \qquad \Delta\frac{d\varpi'}{dt} = +0'',39914.$$

» La colonne R'_3 donne les résidus relatifs à cette nouvelle solution.

» Au résumé on trouve, pour le mouvement annuel du périhélie de Saturne,

Par l'analyse	$\frac{d\varpi'}{dt} = +20'',16769$
Par l'interpolation complète..........	$= +20'',23597$
Par les observations..................	$= +20'',64363$

» Les différences entre ces valeurs de $\frac{d\varpi'}{dt}$ sont légèrement modifiées ici en raison de l'omission, dans la première comparaison et dans le calcul des lieux de Saturne, d'un petit terme ($-0'',00852$) dépendant du mou-

vement annuel de la longitude du nœud, omission qui nous a été signalée par M. Tisserand.

» Nous croyons qu'il serait au moins prématuré de tirer des conclusions trop absolues de cette anomalie dans le mouvement du périhélie de Saturne, anomalie qui pourrait bien n'être qu'apparente. Avant tout, il faut s'assurer que certains termes de l'inégalité à longue période dépendant de l'argument $V = 5l' - 2l$ et de ses multiples sont bien exacts, ce qui ne nous est pas absolument démontré, Le Verrier n'ayant peut-être pas employé un nombre suffisant de valeurs particulières des dérivées dans son travail d'interpolation.

» Pour élucider cette question très importante, puisqu'elle se rattache au problème de l'existence possible et de la répartition de la matière pondérable dans les espaces interplanétaires, nous reprenons le calcul en doublant le nombre de ces valeurs. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le développement approché de la fonction perturbatrice.* Note de M. N. **Coculesco**, présentée par M. Tisserand.

« En reprenant les notations de notre Communication précédente [1], nous allons, dans ce qui va suivre, résumer les résultats que l'on obtient dans le cas où aucune des excentricités n'est nulle. On restera encore dans le plan et l'on supposera, comme cela a généralement lieu, que les deux excentricités sont petites.

» En cherchant dans ces conditions les singularités de $\Phi(z)$, on verra que cinq paires de points singuliers nouveaux s'introduisent dans le cas présent; en tout, douze points singuliers (et les réciproques respectifs), qu'il faudra discuter.

» Or, on démontre [2] que les points admissibles dans le cas précédemment considéré ne peuvent pas devenir inadmissibles dans le cas présent et inversement. Il en résulte que le point analogue à D, point appelé μ dans le cas présent, convient seul au problème.

» Cependant il pourrait y en avoir d'admissibles parmi les points nouveaux et il y en a effectivement. Seulement il arrive ceci : c'est que, parmi les points singuliers admissibles de module < 1, l'affixe du point μ est le plus éloigné de l'origine.

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 59.

(2) Poincaré, *Les méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, t. I, p. 308.

» Il en résulte, finalement, que c'est encore le point μ et son réciproque μ', qui vont définir le domaine de convergence de $\Phi(z)$ et permettront d'obtenir la *partie principale* du coefficient général, dans son développement en série de Laurent.

» Les formules auxquelles on arrive dans le cas présent sont les suivantes :

$$\text{(I)} \qquad F_1^0 = \Sigma\, C_{m,m'} e^{\sqrt{-1}(ml+m'l')},$$

$$\text{(II)} \qquad C_{m,m'} = \frac{1}{L^2 \pi n} \frac{(x-\tau)(1-x\tau)(y-\tau')(1-y\tau')}{x^m y^{m'} c^{\omega} \sqrt{ff_1}},$$

$$(a) \left\{ \begin{aligned} f &= -\frac{y[(x^2+1)(1+\tau^2) - 4\tau x + (x^2-1)] - \beta x[(y^2+1)(1+\tau'^2) - 4\tau' y + (y^2-1)]}{2(1+\tau^2)(1+\tau'^2)xy}, \\ f_1 &= \quad c^2(1+\tau^2)x(y-\tau')^2(1-y\tau')^2[(x^2+1)(1+\tau^2) - (x^2-1)] \\ &\quad - \beta_0 a^2(1+\tau'^2)y(x-\tau)^2(1-x\tau)^2[(y^2+1)(1+\tau'^2) - (y^2-1)] \\ &\quad - c(1+\tau^2)x\frac{(y-\tau')^2(1-y\tau')^2}{(x-\tau)(1-x\tau)}[(x^2-1)(1+\tau^2) - (x^2+1)] \\ &\quad \times [(x-\tau)(1-x\tau) - c\tau(x^2-1)] \\ &\quad - \beta_0 a(1+\tau'^2)y\frac{(x-\tau)^2(1-x\tau)^2}{(y-\tau')(1-y\tau')}[(y^2-1)(1+\tau'^2) - (y^2+1)] \\ &\quad \times [(y-\tau')(1-y\tau') + a\tau'(y^2-1)], \end{aligned} \right.$$

$$(b) \qquad \omega = \frac{m\tau}{1+\tau^2}\left(\frac{1}{x} - x\right) + \frac{m'\tau'}{1+\tau'^2}\left(\frac{1}{y} - y\right),$$

$$(\mu) \left\{ \begin{aligned} x &= -\frac{c-2a+\sqrt{c(c-8a)}}{2(c+a)}\tau - \frac{a\beta}{c}\frac{a+4c-\sqrt{a(a-8c)}}{2(c+a)}\tau', \\ y &= -\frac{c}{a\beta}\frac{c+4a-\sqrt{c(c-8a)}}{2(c+a)}\tau - \frac{a-2c+\sqrt{a(a-8c)}}{2(c+a)}\tau', \end{aligned} \right.$$

$$(\mu') \left\{ \begin{aligned} x &= -\frac{[c-2a-\sqrt{c(c-8a)}][a+4c+\sqrt{a(a-8c)}]}{2a[a+4c+\sqrt{a(a-8c)}]\tau + 8a\beta_0[c-2a-\sqrt{c(c-8a)}]\tau'}, \\ y &= -\frac{[c+4a+\sqrt{c(c-8a)}][a-2c-\sqrt{a(a-8c)}]}{8c[a-2c-\sqrt{a(a-8c)}]\tau + 2c\beta_0[c+4a+\sqrt{c(c-8a)}\tau']}, \end{aligned} \right.$$

$$(c) \left\{ \begin{aligned} &\tau = \operatorname{tang}\frac{\varphi}{2}, \qquad \sin\varphi = e; \qquad \tau' = \operatorname{tang}\frac{\varphi'}{2}, \qquad \sin\varphi' = e'; \\ &\beta = L'^2 L^{-2} e^{\sqrt{-1}(\varpi'-\varpi)}; \qquad \beta_0 = L'^2 L^{-2} e^{-\sqrt{-1}(\varpi'-\varpi)}; \end{aligned} \right.$$

L^2, L'^2, e, e', ϖ, ϖ' désignant, respectivement, les demi grands axes, les excentricités et les longitudes des périhélies des planètes P et P'.

» On remplacera, dans la formule (II) et les relations (a), x et y par les coordonnées du point μ'. Nous avons conservé les expressions de f et de f_1

sous leur forme (a) pour la symétrie des quantités qui y figurent. Dans les applications ces formules se simplifieront beaucoup.

» *Remarque I.* — La symétrie des coordonnées des points μ et μ' montre que l'on passe d'un x à l'y correspondant, en permutant entre elles les quantités τ et τ', β avec $\frac{1}{\beta}$, β_0 avec $\frac{1}{\beta_0}$, c et a (la permutation de ces deux dernières étant, d'ailleurs, étroitement liée à celle de β et de β_0). En d'autres termes on passera des perturbations de P à celles de P', en permutant entre eux les éléments correspondants u et u', e et e', L^2 et L'^2. Cela était d'ailleurs évident *à priori* et les résultats obtenus ne font que se confirmer.

» *Remarque II.* — Si dans les expressions précédentes on fait $\tau' = 0$, on retrouve bien les formules du cas précédemment considéré (Communication déjà citée).

» Le cas de $\tau = 0$, $\tau' \neq 0$ se déduit immédiatement, à cause de la symétrie, du cas précédent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines communes à plusieurs equations.* Note de M. **Walther Dyck**. (Extrait d'une lettre adressée à M. Picard.)

« On peut résoudre d'autres problèmes par la même méthode que j'exposais dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, et c'est à cause d'un point de vue nouveau qui se présente encore dans ces questions, que je me permets de m'occuper ici des problèmes suivants.

» En substituant pour $\mathfrak{F}$ dans la formule II de Kronecker les fonctions :

$$(a_1)\quad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\cdot(= \operatorname{sign} D . 1 \text{ pour } \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

$$(a_2)\quad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\cdot F(= \operatorname{sign} D . F \text{ pour } \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

$$(a_3)\quad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\cdot\frac{F}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+F^2}}\cdot F(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} F . F \text{ pour } \varphi = 0, \psi = 0),$$

dans lesquelles F signifie une fonction uniforme de z_1, z_2 dans le domaine $L \leqq 0$, on a, dans ces cas, respectivement

(a_1) la valeur $\sum(1)$, le nombre des points $(\zeta)_i$ du domaine $L < 0$,

(a_2) la valeur $\sum\limits_{\zeta_i}(F)$, la somme des valeurs de la fonction F dans ces mêmes points,

(a_3) la valeur $\sum\limits_{\zeta_i}(|F|)$, la somme des valeurs absolues $|F|$ dans ces points,

toutes les sommes sont données par des intégrales étendues à $L < 0$ et à $L = 0$. Elles peuvent être calculées directement par approximation.

» *Mais on peut aussi ne pas avoir à considérer le chemin d'intégration* $L = 0$, *en étendant les intégrales le long d'un contour prescrit* $T = 0$ *et au domaine* $T < 0$, *en supposant que le domaine* $L < 0$ *soit contenu en* $T < 0$, *et que les fonctions* φ, ψ, ... *remplissent les conditions antérieures aussi pour le domaine* $T \leqq 0$.

» La courbe $L = 0$ partage le domaine $T < 0$ en deux parties $L < 0$ et $L > 0$. En étendant les intégrales de la formule II pour les valeurs (a_1), (a_2), (a_3) de la fonction $\mathfrak{F}$ au domaine $T < 0$ et $T = 0$, elles donnent respectivement les sommes

$$(\alpha_1) \qquad \sum_{\zeta_i}(1) + \sum_{\zeta_k}(1),$$

$$(\alpha_2) \qquad \sum_{\zeta_i}(F) + \sum_{\zeta_k}(F),$$

$$(\alpha_3) \qquad \sum_{\zeta_i}(|F|) + \sum_{\zeta_k}(|F|),$$

la somme $\sum\limits_{\zeta_i}$ étendue aux points $(\zeta)_i$, $L < 0$; la somme $\sum\limits_{\zeta_k}$ étendue aux points $(\zeta)_k$, $L > 0$ du domaine $T < 0$.

» En prenant maintenant en II pour $\mathfrak{F}$ les fonctions

$$(b_1) \qquad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\,\frac{L}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+L^2}}$$
$$(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} L . 1 \quad \text{pour} \quad \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

$$(b_2) \qquad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\,\frac{L}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+L^2}}\,F$$
$$(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} L . F \quad \text{pour} \quad \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

$$(b_3) \qquad \mathfrak{F} = \frac{D}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+D^2}}\,\frac{L}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+L^2}}\,\frac{F}{\sqrt{\varphi^2+\psi^2+F}}\,F$$
$$(= \operatorname{sign} D \operatorname{sign} L \operatorname{sign} F . F \quad \text{pour} \quad \varphi = 0,\ \psi = 0),$$

on a (avec une signification analogue) les sommes

$$(\beta_1) \qquad -\sum_{\zeta_i}(1) \quad +\sum_{\zeta_k}(1),$$

$$(\beta_2) \qquad -\sum_{\zeta_i}(F) \quad +\sum_{\zeta_k}(F),$$

$$(\beta_3) \qquad -\sum_{\zeta_i}(|F|) + \sum_{\zeta_k}(|F|),$$

c'est-à-dire les sommes des valeurs des $\mathfrak{F}$ dans des points $(\zeta)_i$ et $(\zeta)_k$ prises selon le signe de L.

» Les valeurs pour le domaine $L < 0$ en résultent immédiatement par soustraction des expressions (α) et (β) : *elles sont évaluées ainsi au moyen des intégrales prises sur* $T < 0$ *et le long de* $T = 0$, *la limite prescrite.*

» Les expressions différentes dont on peut faire usage pour introduire les signes voulus en $(\zeta)_i$ démontrent en même temps comment on peut donner aux expressions des intégrales une grande variété de formes ([1]). Les expressions données ici ont l'avantage de la simplicité et de la symétrie.

» L'extension des théorèmes pour un domaine à n dimensions satisfait immédiatement.

» Je me réserve pour une autre occasion d'entrer dans les détails de ces recherches, non seulement pour la *discussion des intégrales,* mais aussi pour la détermination du *nombre des racines* à l'aide des *séries de Sturm.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie du système des équations différentielles.* Note de M. **A.-J. Stodolkievitz.**

« Soit le système des intégrales

$$(1) \quad f_i(x_1, x_2, \ldots, x_n) = c_i, \qquad (n \geqq 5), \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-2),$$

([1]) On pourrait introduire par exemple, au lieu des produits dans les formules (b), les expressions $\frac{DL}{\sqrt{\varphi^2 + \psi^2 + D^2L^2}}$, $\frac{DLF}{\sqrt{\varphi^2 + \psi^2 + D^2L^2F^2}}$. En ajoutant à D un nombre quelconque réel ε qui prend à la limite la valeur $\varepsilon = 0$ ou $\varepsilon = \infty$, on peut faire la discussion des valeurs cherchées comme limites des intégrales pour $\varepsilon = 0$ ou pour $\varepsilon = \infty$, ce que M. Picard a fait pour sa détermination du nombre des racines.

ainsi que les équations différentielles correspondantes

$$(2)\qquad \alpha_{i,1}\,dx_1+\alpha_{i,2}\,dx_2+\ldots+\alpha_{i,n}\,dx_n=0,\qquad (i=1,2,\ldots,n-2).$$

» Ce système donné (2) ne renferme rien de particulier, car il présente $n-2$ équations qui sont indépendantes entre elles, mais dont chacune peut être intégrée séparément. Ajoutons cependant l'équation première du système (2) à l'équation deuxième, ensuite la première à la troisième, etc., enfin la première à la $n-2^{\text{ième}}$, alors nous obtiendrons $n-3$ combinaisons que voici :

$$(3)\qquad \left\{\begin{array}{c}(\alpha_{1,1}+\alpha_{k,1})\,dx_1+(\alpha_{1,2}+\alpha_{k,2})\,dx_2+\ldots+(\alpha_{1,n}+\alpha_{k,n})\,dx_n=0,\\ (k=2,3,\ldots,n-2).\end{array}\right.$$

» Le système ci-dessus (3) ne contient plus que $n-3$ équations et renferme aussi $n-2$ intégrales (1). Si nous exprimons algébriquement $n-3$ différentielles du système (3) par les trois autres, nous obtiendrons alors

$$(4)\quad dx_{r+3}=X_{r,1}\,dx_1+X_{r,2}\,dx_2+X_{r,3}\,dx_3,\quad (r=1,2,\ldots,n-3)\quad (n\geqq 5).$$

» Il est évident que ce système ne renferme que deux variables indépendantes et $n-2$ variables subordonnées. Les coefficients ne peuvent ici satisfaire aux conditions d'intégrabilité connues, mais ils doivent cependant remplir d'autres conditions que les connues.

» Du système (2) nous obtiendrons aussi ce système sous sa forme habituelle, en regardant dx_{s+2} comme les fonctions des différentielles indépendantes dx_1 et dx_2

$$(5)\qquad dx_{s+2}=A_{s,1}\,dx_1+A_{s,2}\,dx_2,\qquad (s=1,2.\ldots,n-2).$$

» Notre problème se réduit à trouver les conditions d'intégrabilité, ayant le système (4) donné, dans le cas où le système (4) ne renferme que deux variables indépendantes. Les conditions d'intégrabilité pour le système (5) sont connues sous la forme

$$(6)\quad \frac{\partial A_{s,1}}{\partial x_2}-\frac{\partial A_{s,2}}{\partial x_1}+\sum_{t=1}^{t=n-2}\left(A_{t,2}\frac{\partial A_{s,1}}{\partial x_{t+2}}-A_{t,1}\frac{\partial A_{s,2}}{\partial x_{t+2}}\right)=0,\quad (s=1,2,\ldots,n-2).$$

» Ensuite en éliminant dx_3 du système (4) à l'aide de l'équation pre-

mière du système (5) nous obtiendrons

$$(7)\quad \left\{ \begin{array}{l} dx_{r+3} = X_{r,1}\,dx_1 + X_{r,2}\,dx_2 + X_{r,3}(A_{1,1}\,dx_1 + A_{1,2}\,dx_2), \\ \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-3). \end{array} \right.$$

» Après avoir égalé les coefficients relatifs des systèmes (7) et (5) nous aurons $2(n-3)$ des expressions suivantes :

$$(8)\quad \left\{ \begin{array}{l} X_{r,1} + X_{r,3}A_{1,1} = A_{r+1,1}, \\ X_{r,2} + X_{r,3}A_{1,2} = A_{r+1,2}, \qquad (r = 1, 2, \ldots, n-3). \end{array} \right.$$

» Les liaisons ci-dessus (8) expriment toutes les quantités $A_{r+1,1}$, $A_{r+1,2}$ comme fonctions de $A_{1,1}$, $A_{1,2}$ et des quantités X.

» Après avoir substitué à l'aide des équations (8) pour tous les coefficients $A_{r+1,1}$, $A_{r+1,2}$ du système (6) leurs valeurs correspondantes, et après avoir exécuté les simplifications et les éliminations des dérivées particulières $\frac{\partial A}{\partial x_i}$ nous obtiendrons enfin le système

$$(9)\quad A_{1,1}[(X_{s,3})_2 - (X_{s,2})_3] + A_{1,2}[(X_{s,1})_3 - (X_{s,3})_1] = (X_{s,2})_1 - (X_{s,1})_2, \quad (s = 1, 2, \ldots, n-3)$$

où nous employons, pour abréger, le symbole de l'opération

$$(\ \ )_j = \frac{\partial}{\partial x_j} + \sum_{r=1}^{r=n-3} X_{r,j}\frac{\partial}{\partial x_{r+3}}.$$

» Écrivons deux mêmes équations (9) pour les indices *k* et *l*

$$(10)\quad \left\{ \begin{array}{l} A_{1,1}[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3] + A_{1,2}[(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1] = (X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2, \\ A_{1,1}[(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3] + A_{1,2}[(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] = (X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2, \\ \qquad (k, l = 1, 2, \ldots, n-3). \end{array} \right.$$

» Des équations (10) nous trouvons les formules

$$A_{1,1} = \frac{[(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1]}{[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1]},$$

$$A_{1,2} = \frac{[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2]}{[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1]},$$

desquelles il est facile de conclure qu'il doit être

$$[(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1] = 0,$$
$$[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,1})_3 - (X_{l,3})_1] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,1})_3 - (X_{k,3})_1] = 0,$$
$$[(X_{k,3})_2 - (X_{k,2})_3][(X_{l,2})_1 - (X_{l,1})_2] - [(X_{l,3})_2 - (X_{l,2})_3][(X_{k,2})_1 - (X_{k,1})_2] = 0.$$

l, *k* sont les combinaisons deux à deux des nombres 1, 2, ..., $n-3$.

» Les dernières équations nous présentent les conditions d'intégrabilité du système donné (4) dans le cas où parmi n variables x_i il n'y a que deux variables indépendantes et toutes les autres sont des variables dépendantes.

» L'auteur applique les résultats précédents au cas particulier du système

$$dx_4 = X_{1,1}\,dx_1 + X_{1,2}\,dx_2 + X_{1,3}\,dx_3,$$
$$dx_5 = X_{2,1}\,dx_1 + X_{2,2}\,dx_2 + X_{2,3}\,dx_3,$$
$$dx_6 = X_{3,1}\,dx_1 + X_{3,2}\,dx_2 + X_{3,3}\,dx_3. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des substitutions échangeables.* Note de M. **Demeczky**, présentée par M. C. Jordan.

« Nous allons chercher la condition nécessaire et suffisante [1] pour que deux substitutions A et B, échangeables entre elles, de forme quelconque, d'ordre n et n', soient des puissances d'une même substitution R.

» On montre tout d'abord facilement que, dans tout cas où A et B peuvent être représentées comme des puissances d'une même substitution, il y a toujours une telle substitution R, qui peut être exprimée comme le produit des puissances des substitutions A et B.

» Soit maintenant A^λ la première des puissances de A (λ étant un entier positif), qui soit en même temps une puissance de B, et soit B^μ la première des puissances de B (μ étant un entier positif), qui soit en même temps une puissance de A. Nous allons prouver qu'on a

$$n = k\lambda,$$
$$n' = k\mu,$$

k étant un entier positif.

» Soit

$$A^\lambda = B^{\lambda'}.$$

On voit que ces puissances

(1) $\qquad 1, \quad A, \quad A^2, \quad \ldots, \quad A^{\lambda-1}$

---

(1) Serret, traitant la même question, spécialise beaucoup la forme des substitutions échangeables (*Cours d'Algèbre supérieure*, par J.-A. Serret, 4e édition, t. II, p. 260-270).

sont toutes différentes entre elles. Multiplions la série (1) par $B^{\lambda'}$ et nous aurons

$$(2)\qquad B^{\lambda'},\quad AB^{\lambda'},\quad A^2B^{\lambda'},\quad \ldots,\quad A^{\lambda-1}B^{\lambda'}.$$

Les substitutions de la série (2) sont distinctes entre elles et distinctes des substitutions (1) en supposant $\lambda < n$. Comme les substitutions (2) sont aussi des puissances de A, nous en avons déjà 2λ. En poursuivant de cette manière bien connue, on prouve aisément que n est divisible par λ et l'on aura

$$n = k\lambda.$$

» En posant ensuite

$$B^{\mu} = A^{\mu'},$$

on trouve de la même manière

$$n' = k'\mu.$$

» Comme il est facile de le montrer, μ' doit être un multiple de λ et λ' un multiple de μ.

» D'où l'on peut déduire aisément qu'on a

$$k' = k.$$

» Nous avons

$$B^{\lambda' k} = 1.$$

» Mais comme on a aussi

$$(B^{\lambda'})^{\frac{k'}{\Delta'}},$$

Δ' étant le plus grand diviseur commun des nombres $\frac{\lambda'}{\mu}$ et k', on voit que

$$(3)\qquad \frac{k'}{\Delta'} = k.$$

» On trouve de la même manière

$$(4)\qquad \frac{k}{\Delta} = k',$$

Δ étant le plus grand diviseur commun des nombres $\frac{\mu'}{\lambda}$ et k.

» Des (4) et (3), on déduit

$$\Delta\Delta' = 1 \qquad \text{et} \qquad k' = k,$$

ce qui était à démontrer.

» Nous avons obtenu le résultat suivant

$$A^{\lambda} = B^{r\mu},$$

r étant un nombre entier positif. Nous pouvons toujours choisir r de manière qu'il soit premier et premier à λ. Comme l'ordre de B est $n' = k\mu$, on peut écrire

$$A^\lambda = B^{\mu(r+uk)}.$$

» Mais comme r et k sont premiers entre eux, la progression arithmétique $r + uk$, d'après le beau théorème de Dirichlet, représente une infinité de nombres premiers et alors une infinité de nombres premiers et premiers à λ. Nous avons alors

(5) $$A^\lambda = B^{p\mu},$$

p étant un nombre premier et premier à λ.

» Considérons maintenant le groupe (A, B). Il contient, d'après les résultats que nous venons d'établir, $k\lambda\mu$ substitutions de la forme

(6) $$A^x B^y \qquad (x = 0, 1, 2, \ldots, \lambda - 1;\ y = 1, 2, 3, \ldots, \overline{k_{\mu-1}}).$$

» Pour que les substitutions A et B soient des puissances d'une même substitution, il faut et il suffit que l'on ait, entre les substitutions (6), une substitution dont l'ordre soit précisément $k\mu\lambda$.

» La puissance ρ, d'une telle substitution $A^x B^y$, se réduit à l'unité aux conditions suivantes :

(7) $$\rho x = \lambda z \qquad (z \text{ étant un entier})$$

et

(8) $$p\mu z + y\rho \equiv 0 \qquad (\text{mod } k\mu).$$

» D'après la première de ces conditions, on aura

$$(A^x B^y)^\rho = B^{p\mu z + \rho y},$$

d'après (8),

$$(A^x B^y)^\rho = 1.$$

» De (7) et (8) on déduit facilement

(9) $$\rho(p\mu x + \lambda y) \equiv 0 \qquad (\text{mod } k\mu\lambda).$$

» On voit, par cette congruence, que l'ordre de la substitution $A^x B^y$ sera $k\mu\lambda$, si l'on peut déterminer x et y de manière que $p\mu x + \lambda y$ soit premier à $k\mu\lambda$. Soit δ le plus grand diviseur commun des nombres $p\mu$ et λ. Posons

$$p\mu x + \lambda y = \delta.$$

Cette équation indéterminée est toujours résoluble.

» L'ordre de la substitution $A^x B^y$ sera donc $k\mu\lambda$ à la condition que δ et $k\mu\lambda$ soient des nombres premiers entre eux. Mais comme $k\mu\lambda$ est toujours divisible par δ, δ doit être l'unité. D'après toutes ces considérations, on peut énoncer le théorème suivant :

» *Pour que les deux substitutions* A *et* B *soient des puissances d'une même substitution* R, *il faut et il suffit que les nombres* λ *et* μ *soient premiers entre eux.*

» *Cette condition remplie, il y a précisément* $\varphi(N)$ *substitutions* R *entre les substitutions* (6), N *désignant le plus petit multiple commun d'ordres* n *et* n' [1]. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1895. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques, en 1894, ont été continuées avec les mêmes appareils et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Les courbes de variations sont dépouillées pour toutes les heures, et les repères vérifiés par des mesures absolues effectuées chaque semaine. La sensibilité des trois appareils de variations est de même vérifiée par de fréquentes graduations.

» Une faible perturbation s'étant produite dans la soirée du 1er janvier 1895, les valeurs absolues des divers éléments, données ci-dessous, sont déduites de la moyenne des observations horaires obtenues aux dates des 31 décembre 1894, 1er et 2 janvier 1895, et rapportées à des mesures absolues faites les 27 et 31 décembre, en temps de calme magnétique.

» La variation séculaire des différents éléments résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1894 [2].

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1895.	Variation séculaire en 1894.
Déclinaison	15° 12′,7	−5′,3
Inclinaison	65° 4′,9	−1′,2
Composante horizontale	0,19641	+0,00017
Composante verticale	0,42277	−0,00003
Force totale	0,46617	+0,00005

(1) Je tiens à remercier M. C. Jordan des précieuses indications qu'il m'a fournies sur ce sujet.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 70; 1894.

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude Est, et 48°48′34″ de latitude Nord.

» *Perpignan.* — Les courbes magnétiques relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines sont dépouillées également heure par heure. Les valeurs des éléments au 1er janvier 1895 résultent, comme au Parc Saint-Maur, de la moyenne des observations horaires des 31 décembre 1894, 1er et 2 janvier 1895, contrôlées par des mesures absolues faites le 29 décembre 1894 et le 2 janvier 1895.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1895.	Variation séculaire en 1894.
Déclinaison	14°3′,4	−5′,0
Inclinaison	60°9′,9	−0′,8
Composante horizontale	0,22345	+0,00025
Composante verticale	0,38961	+0,00021
Force totale	0,44914	+0,00031

» L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan est situé par 0°32′45″ de longitude Est, et 42°42′8 de latitude Nord. »

PHYSIQUE. — *Utilisation de la température du point critique des liquides, pour la constatation de leur pureté.* Note de M. **Raoul Pictet.** (Extrait.)

« Ayant été amené à purifier un bon nombre de produits pharmaceutiques, nous avons cherché à trouver des réactifs capables de déceler la présence de traces de corps étrangers. Pour les liquides, nous venons de définir une méthode très sensible : c'est l'*observation directe du point critique*. Cette température varie de dix à soixante fois plus que la température d'ébullition du même liquide dans les mêmes conditions.

» Nous avons été conduit à faire cette constatation, en fabriquant du protoxyde d'azote liquide, conservé dans des bonbonnes d'acier. Il suffit de traces de gaz étrangers ou d'impuretés quelconques, pour que le manomètre s'élève de plusieurs atmosphères. Nous avons résolu d'examiner les phénomènes de liquéfaction dans des tubes transparents et très résistants.

» Nous choisissons une série de liquides *très purs*, aussi purs que nous avons pu les obtenir par l'emploi de tous nos procédés superposés. Nous déterminons le point d'ébullition, en notant la hauteur du baromètre, puis le

point critique au moyen d'un thermomètre sensible. Cela fait, nous versons quelques gouttes d'alcool, d'aldéhyde, d'eau, etc., dans le liquide pur, et nous déterminons à nouveau les points d'ébullition et le point critique. Les comparaisons numériques des Tableaux ainsi formés montrent toute l'importance de la détermination expérimentale des points critiques, encore si incomplètement connus.

» *Construction des appareils.* — Pour réaliser ce programme, il nous fallait pouvoir commodément et rapidement déterminer la disparition du ménisque des liquides, et fixer la température avec une grande précision.

» Nous remplissons de liquide un tube de 5^{mm} de diamètre extérieur, 3^{mm} de diamètre intérieur, et 45^{mm} à 50^{mm} de longueur. En vaporisant une partie du liquide et en fermant au chalumeau, nous obtenons des tubes ayant un tiers de leur capacité plein de liquide, le reste du tube ne contenant que des vapeurs saturées.

» Ces tubes sont placés obliquement sur un petit chevalet, à côté d'un thermomètre à mercure très sensible, au centre d'un cylindre de tôle mince, percé de deux fenêtres en mica. Une deuxième enceinte en tôle, présentant également deux fenêtres de mica, enveloppe ce cylindre. Les fenêtres sont percées de telle sorte que l'on peut voir, par transparence, le tube contenant le liquide et observer ce qui s'y passe.

» Une flamme de gaz multiple chauffe très régulièrement le fond de l'enveloppe extérieure; une partie des gaz chauds passent dans la double enveloppe, au travers d'une série de toiles métalliques qui divisent, en le régularisant, le courant d'air chaud.

» Enfin, le tout est encore entouré d'une troisième enveloppe protectrice en amiante, plaquée sur tôle, destinée à paralyser l'action du rayonnement et à égaliser les températures dans le centre de l'appareil.

» Le thermomètre, dont le réservoir est côte à côte avec le tube en observation, dépasse par sa tige les couvercles des trois enceintes et donne avec netteté le dixième de degré.

» Les premières observations, faites en collaboration avec mon assistant, M. le D[r] russe Altschul, ont porté sur trois liquides : le chloroforme, le chloréthyle, le pental à l'état de parfaite pureté ; puis sur les mêmes liquides additionnés de quelques gouttes d'alcool et d'aldéhyde.

» L'observation du point critique, dans un appareil construit comme nous venons de l'indiquer, est très facile et très précise. Nous laissons d'abord monter lentement la température jusqu'au point critique, qui se note à la disparition subite du ménisque et à l'apparition de mouvements giratoires très caractéristiques dans toute l'étendue du volume intérieur du tube. On laisse progressivement baisser la température : brusquement, tout l'intérieur du tube passe d'une transparence parfaite à une opacité non moins complète; les particules liquides minuscules s'assemblent au

bas du tube et le ménisque apparaît. On chauffe de nouveau, et, après quelques tâtonnements, on trouve une température telle que, pour $\frac{1}{10}$ de degré en plus ou en moins, on voit le ménisque disparaître ou le brouillard épais se former. Cette *température moyenne* est celle du point critique adoptée dans nos Tableaux.

» Pour le point d'ébullition de ces mêmes liquides, il faut avoir la précaution de plonger le thermomètre *dans le liquide,* toujours à la même place et à la même profondeur, dans le même ballon chauffé par une flamme de même puissance. Ces détails opératoires ont tous leur importance, si l'on tient à une grande précision.

» Voici les résultats numériques obtenus pour ces trois liquides, au moyen des méthodes décrites :

	Température du point critique.	Différences.	Écarts dans les températures d'ébullition.
1° Chloroforme pur.........	258°,8		
Chloroforme mélangé avec quelques gouttes d'alcool.	255,0	—3°,8	—0°,1 à 0,2
2° Chloréthyle pur.........	181,0		
Chloréthyle mélangé avec quelques gouttes d'alcool.	187,0	+6,0	+0,6
3° Pental pur..............	201,2		
Pental mélangé avec quelques gouttes d'aldéhyde.	199,5	—1,7	<0,1

» *Discussion des résultats.* — On voit, par ces trois exemples, que le point critique est bien plus sensible que le point d'ébullition. Le déplacement est toujours dans le *même sens* pour la température du point critique et du point d'ébullition.

» L'addition de liquides *plus volatils* et se dissolvant bien abaisse la température, comme dans le cas du pental additionné d'aldéhyde. Par contre, le mélange du chloroforme pur, bouillant à 61°, avec l'alcool *moins volatil,* abaisse également la température du point critique.

» Le chloréthyle, qui bout à +11°, élève son point critique de 6° par l'addition de quelques gouttes d'alcool, qui bout à 78°,8. Il est donc difficile de déduire une loi générale.

» Ces expériences ont été continuées sur l'éther, l'alcool et les mélanges de *corps solides* en dissolution. Je compte faire de ces résultats l'objet d'une prochaine Note; les écarts constatés sont bien plus considérables encore. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la séparation qualitative du nickel et du cobalt.* Note de M. A. Villiers, présentée par M. Moissan.

« Les différences très nettes que l'on constate (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1264) dans l'action de l'hydrogène sulfuré sur les sels de nickel et sur les sels de cobalt peuvent être utilisées pour rechercher qualitativement les plus petites quantités de nickel, en présence d'un très grand excès de cobalt.

» La liqueur pouvant contenir ces deux métaux est additionnée d'acide tartrique et d'un grand excès de soude (et non de potasse), l'addition de l'acide tartrique ayant pour but d'empêcher la précipitation des oxydes métalliques par l'alcali. Elle est ensuite soumise à l'action d'un courant d'hydrogène sulfuré, jusqu'à refus (cette dernière condition étant nécessaire pour obtenir une précipitation complète du cobalt), et filtrée immédiatement. En l'absence complète du nickel, la liqueur filtrée est tout à fait incolore. Ce n'est qu'au bout d'un temps assez considérable qu'elle jaunit sous l'action de l'air, par suite d'une mise en liberté de soufre. La présence du nickel est au contraire indiquée par la coloration de la liqueur, noire, si ce métal est en quantité notable, brune, si la proportion est faible, sensible encore, s'il n'y a que des traces de métal. On peut ainsi constater la présence du nickel dans un grand nombre de sels de cobalt du commerce vendus comme purs. Si l'on ajoute quelques millièmes d'un sel de nickel à un sel de cobalt pur, la réaction donne des indications très nettes. Elle est donc d'une très grande sensibilité, tout en présentant l'avantage de pouvoir être faite en quelques minutes.

» La séparation du sulfure de cobalt détermine un entraînement d'une fraction du nickel, dans des proportions variant avec la dilution du liquide. Inversement, une certaine quantité de cobalt reste en dissolution dans un liquide contenant un grand excès de nickel. Aussi n'avons-nous pas pu, jusqu'ici, utiliser la réaction précédente pour la séparation quantitative des deux métaux; mais, au point de vue qualitatif, la coloration noire ou brune après l'action de l'hydrogène sulfuré permet de caractériser la présence de quantités notables ou de traces de nickel en présence du cobalt, d'une manière beaucoup plus rapide et plus sûre que toutes les méthodes qui ont été indiquées dans ce but.

» On doit opérer en l'absence des sels ammoniacaux, que l'on éliminera, s'il y a lieu, par une opération préalable, et des métaux précipitables par l'hydrogène sulfuré en liqueur acide, et par l'ammoniaque en présence du chlorhydrate d'ammoniaque (après suroxydation du fer).

» Dans le cas général de la recherche des métaux, la liqueur filtrée séparée des précipités qui auront pu être produits par l'hydrogène sulfuré et par l'ammoniaque sera précipitée par le sulfhydrate d'ammoniaque, préparé aussi récemment que possible, en évitant l'addition d'un trop grand excès de réactif. Le précipité sera traité par l'acide chlorhydrique très dilué, à l'ébullition ; le résidu noir pouvant contenir le mélange des sulfures de nickel et de cobalt sera dissous dans un peu d'eau régale, et la dissolution chlorhydrique ainsi obtenue sera soumise à l'essai précédent, après évaporation de la plus grande partie de l'excès d'acide.

» Une seule cause d'erreur peut se présenter. Si l'on se trouve en présence d'une quantité de cobalt extrêmement faible, la précipitation du sulfure de cobalt peut être empêchée par la dilution, ainsi que nous l'avons dit précédemment (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1266) et l'on obtiendra, dans ce cas, une liqueur plus ou moins colorée en brun clair, en l'absence du nickel. Mais il suffira d'ajouter un assez grand excès de soude pour obtenir une précipitation complète et une liqueur tout à fait incolore.

» Ajoutons enfin que la recherche du nickel peut être faite encore plus rapidement, mais d'une manière moins sûre, en se fondant sur la solubilité du sulfure de nickel dans le sulfhydrate d'ammoniaque, lorsque ce dernier contient du soufre en dissolution.

» Il suffira, dans la liqueur additionnée de chlorhydrate d'ammoniaque et d'ammoniaque, de verser un très grand excès de ce réactif. La présence du nickel sera caractérisée par la coloration brune de la liqueur filtrée. Mais, ainsi que nous l'avons dit plus haut, le sulfure de cobalt commence à se dissoudre lui-même dans ces conditions, si la quantité de soufre dissoute dans le sulfhydrate d'ammoniaque devient très considérable. Il faut donc employer un réactif contenant du soufre, mais n'en renfermant pas une trop grande quantité, ce qui rend la réaction incertaine, si l'on fait usage d'un réactif dont on ne connaît ni l'origine ni le degré d'altération produit par l'action de l'air. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur quelques points de la spermatogenèse chez les Sélaciens*. Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. Milne-Edwards [1].

« Malgré les travaux antérieurs sur cette question, bien des points sont restés obscurs. Voici le résultat de mes nouvelles recherches.

» Sur la face inférieure du testicule de *Scyllium Catulus*, par exemple,

---

(1) Travail fait à la Station zoologique de Cette et au laboratoire de l'Institut de Zoologie de Montpellier.

persiste une bande longitudinale étroite de tissu germinatif. Ce dernier est formé de noyaux aplatis situés dans un protoplasme à forme réticulée ayant exactement l'aspect d'un tissu conjonctif ordinaire.

» Dans certains points de cette bande les noyaux se multiplient par amitose; puis ils grossissent et forment de grandes masses lenticulaires. Les noyaux y sont réunis en groupes que circonscrivent des tractus fibrillaires du protoplasme. Chacun de ces groupes constitue un nid de germes et sera l'origine d'une ampoule testiculaire.

» Dans chacun de ces nids les noyaux plongés dans un protoplasme commun deviennent sphériques, grossissent et se divisent, toujours par amitose. Mais bientôt, et souvent de très bonne heure, un de ces noyaux grossit plus que les autres, sa nucléine forme un réseau plus régulier et le noyau s'entoure d'un corps cellulaire clair qui lui est propre. C'est cette première cellule complète, qui sera bientôt suivie de plusieurs autres et qui est située au milieu des noyaux de la plasmodie, que l'on a considérée à tort comme un ovule femelle du testicule. En grossissant elle refoule vers la périphérie les autres noyaux qui sont alors appliqués autour d'elle. Cette cellule ne se divise pas en général immédiatement; mais si elle vient à se diviser, c'est par voie de mitose. Aussi voit-on parfois des mitoses très précoces.

» Chaque nid de germes grossit, et il se forme au centre du protoplasme commun une lacune qui grandit et sera la cavité centrale de l'ampoule. Les noyaux ou germes continuent à se diviser et se rangent, comme d'ailleurs la première cellule formée, en une couche appliquée sur l'enveloppe membraneuse de l'ampoule. Mais, en même temps, quelques-uns peuvent acquérir à leur tour un corps cellulaire propre. Les noyaux se divisent par amitose en deux noyaux, l'un périphérique et l'autre centripète. Le noyau périphérique s'entoure bientôt d'un corps protoplasmique clair, et devient identique pour la situation, pour la forme et pour le rôle avec le prétendu ovule femelle. Il peut se diviser alors par mitose immédiatement ou seulement plus tard. Le noyau centripète ou interne se divise de nouveau par amitose, et ainsi de suite jusqu'à ce que les éléments cellulaires ainsi produits forment, autour de la cavité centrale, une réunion de colonnes prismatiques, pressées et orientées suivant les rayons de la sphère. Chaque colonne renferme en général sept noyaux ou cellules superposées. Le septième, ou noyau terminal, s'enveloppe comme les autres d'un corps cellulaire, et la colonne est alors formée de sept cellules semblables à cytoplasme clair, plongées dans un stroma protoplasmique granuleux. A ce

moment *toutes* les cellules renfermées dans l'ampoule sont des protospermatoblastes, *semblables entre eux,* et ont la *même* valeur et la *même* destination.

» Alors chacune de ces cellules se divise par mitose en deux cellules plus petites, les deutospermatoblastes, qui se divisent à leur tour par mitose en tritospermatoblastes.

» Pendant ce temps apparaissent à la base de chaque colonne un noyau aplati, appliqué sur la membrane de l'ampoule. C'est le noyau recouvrant de Semper, le noyau basilaire d'Hermann, la cellule germinale de Sanfelice, la cellule de soutien de Merkel, la cellule fixe de Sertoli, la cellule pédieuse de Benda, la cellule folliculeuse de Swaen et Marquelin, la cellule accessoire de Prenant, etc. On a prêté à ces éléments les origines et les significations les plus diverses. Il règne à cet égard une grande incertitude que je suis en mesure de dissiper.

» Ce sont des éléments qui, d'abord étrangers à la cavité de l'ampoule, s'y introduisent de la manière suivante : Dans l'épaisseur de la membrane conjonctive de l'ampoule se trouvent des noyaux très minces, ignorés par plusieurs observateurs, mais que Sanfelice a bien représentés. A un moment donné ces noyaux se divisent par amitose, grossissent, font saillie vers la cavité de l'ampoule, et deviennent de plus en plus évidents sur la face interne de l'enveloppe de l'ampoule. La mince membrane qui les recouvre de ce côté se résorbe et ces noyaux sont ainsi introduits dans la cavité de l'ampoule.

» Ces éléments sont tout à fait étrangers aux spermatoblastes déjà formés. Ils représentent le point de départ de la future génération de spermatoblastes et de spermatozoïdes. Plus tard, en effet, ils reproduiront les phénomènes déjà observés pour la génération précédente, c'est-à-dire qu'ils se diviseront par amitose en deux noyaux dont l'un reste pariétal, et dont l'autre centripète s'insinue entre deux faisceaux de spermatozoïdes pour y former le corps problématique de Semper, dont on n'avait pas encore démontré la réelle origine. Ce dernier n'est que la masse nucléinienne du noyau centripète subissant une dégénérescence caractérisée par la vésiculisation et la perte de son affinité pour les colorants nucléaires. D'ailleurs, les deux noyaux, pariétal et centripète, sont appelés à dégénérer; aussi leur multiplication se borne-t-elle là, attendu que, chez les Sélaciens, l'ampoule testiculaire, repoussée et comprimée par la formation de nouvelles ampoules, s'atrophie et disparaît. La cellule basilaire et le

corps problématique représentent donc les deux premiers et uniques éléments d'une génération de spermatoblastes qui avorte.

» Chez un Vertébré autre que les Sélaciens ils deviennent, au contraire, le point de départ d'une nouvelle génération de spermatoblastes et de spermatozoïdes.

» Ces premiers points éclaircis, il reste à résoudre d'autres difficultés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la genèse de l'épithélium intestinal* (¹). Note de M. **Étienne de Rouville**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'histologie du tube digestif a fait, dans ces dernières années, le sujet d'un très grand nombre de travaux; pour ne parler que des plus importants, je citerai ceux de W. Pfitzner, Patzelt, Joh. Frenzel, J. Paneth, R. Heidenhain, Balbiani, H.-E. Ziegler et vom Rath, Bizzozero, etc. J'ai eu moi-même l'occasion de communiquer, à différentes reprises, quelques observations, sur le même sujet, aux Congrès de l'Association française (sessions de Besançon, 1893; de Caen, 1894).

» Le point particulier sur lequel mon attention a été attirée, dès le début, est la question de l'épithélium intestinal. J'ai mis à contribution l'intestin de quelques insectes (*Dytiscus marginalis, Hydrophilus piceus, Locusta viridissima*), ainsi que l'intestin de l'*Astacus fluviatilis,* du *Scyllarus arctus,* et enfin celui de l'*Eupagurus striatus*.

» Parmi les auteurs que j'ai cités, il en est qui se sont plus spécialement préoccupés de ce problème : Patzelt, Frenzel, Balbiani, Bizzozero.

» Frenzel dit que les cellules de remplacement ont leur origine dans « de petites cellules-mères situées dans la profondeur de l'épithélium, et » qui se divisent.... »; il ne se prononce d'ailleurs pas sur l'origine de ces *petites cellules-mères*.

» Balbiani, qui a étudié le tube digestif des Cryptops, s'exprime ainsi : « Dans la partie la plus profonde de l'épithélium, immédiatement en contact avec la tunique propre, s'étend une couche renfermant de nombreux petits noyaux granuleux....; je les désignerai sous le nom de » *couche germinative*. »

(¹) Travail fait à la Station zoologique de Cette et au laboratoire de l'Institut de Zoologie de Montpellier.

» Enfin, Bizzozero, dans une série de Mémoires très importants sur la question, voit (chez les Mammifères), dans les glandes en tube de l'intestin, « le champ de régénération pour l'épithélium qui recouvre la surface » libre de la muqueuse ». Pour lui (comme pour Patzelt), les cellules, prenant naissance dans le tube glandulaire, glisseraient rapidement, leur extrémité inférieure restant toujours en contact avec la membrane propre, et gagneraient ainsi peu à peu la surface de la muqueuse. Bizzozero admet le même processus chez les Invertébrés, et, en particulier, chez l'*Hydrophilus piceus* et le *Dytiscus marginalis*, dont l'intestin présente des saillies externes qu'il assimile aux glandes en tube des Mammifères. Cette marche des cellules, venant du fond des culs-de-sac et se dirigeant vers la surface libre de la muqueuse, paraît être un procédé bien compliqué, et je suis d'accord avec Heidenhain pour trouver l'idée de Bizzozero un peu étrange (befremdlich).

» Le savant italien, pas plus que Frenzel et Balbiani, n'a éclairci le point obscur de l'origine des cellules génératrices.

» L'observation microscopique de mes coupes m'a amené à une explication qui me paraît bien plus simple. J'ai été, en effet, frappé de la ressemblance qu'avaient entre eux, dans bien des cas, les éléments épithéliaux et les éléments du tissu conjonctif sous-jacent. Frenzel lui-même, d'ailleurs, dans son Mémoire de 1893, parle de ces cellules du tissu conjonctif, et de ces petites cellules-mères qui, dit-il, se ressemblent à un cheveu près : *Sie gleichen auf ein Haar den Mutterzellchen.*

» Dans un grand nombre de mes préparations, j'ai pu me convaincre d'un fait, c'est que la limite entre l'épithélium et le tissu conjonctif sur lequel repose cet épithélium n'est pas toujours aussi nette et aussi tranchée qu'on pourrait le croire en consultant les figures des Mémoires cités. Il m'a même été possible d'assister au passage des noyaux du tissu conjonctif qui, peu à peu, après s'être divisés amitotiquement, s'entouraient d'une couche protoplasmique et se glissaient au-dessus des cellules épithéliales sur le point de tomber dans la lumière de l'intestin.

» C'est là un fait d'observation pure, et qui m'a paru présenter un certain intérêt; il tend, en effet, à faire envisager le tissu conjonctif, non plus comme uniquement destiné à relier entre eux les différents tissus, mais comme capable de jouer un rôle éminemment actif, rôle de tissu formateur.

» Cette opinion que j'émets sur le tissu conjonctif a, d'ailleurs, été

avant moi avancée par mon maître, M. le professeur Sabatier, dans son *Essai sur la Vie et la Mort* ([1]).

» Mes observations, bien qu'encore peu nombreuses, viennent donc naturellement confirmer les deux idées suivantes, exprimées par le même auteur :

» 1° Le tissu conjonctif continue plus ou moins, dans le cours de la vie, à être la *matrice* d'où sortent les éléments des autres tissus ....

» C'est un blastoderme post-embryonnaire.

» 2° Les épithéliums ne sont, du moins dans bien des cas, que la forme limitante des surfaces libres du tissu conjonctif. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches physiologiques sur les Lamellibranches* (Tapes decussata *et autres Tapidées*). Note de M. Piéri, présentée par M. de Lacaze-Duthiers ([2]).

« La résistance à l'asphyxie, l'énergie musculaire, et enfin l'action du milieu extérieur ont été étudiées dans des conditions physiques ou chimiques variées. Voici les principaux résultats de ces recherches :

» I. *Résistance à l'asphyxie.* — Le *Tapes decussata* résiste à l'asphyxie et détermine le dédoublement alcoolique des hydrates de carbone, quand il est placé dans leur dissolution privée d'oxygène ou dans un espace confiné. Le saccharose, la dextrine et l'amidon sont d'abord transformés en glucose.

» Un dédoublement alcoolique analogue des matières de réserve a lieu, mais moindre, lorsqu'un *Tapes* est placé dans les mêmes conditions d'asphyxie.

» *Expériences.* — 1° Un *Tapes decussata*, lavé dans l'eau distillée, est placé dans une atmosphère d'hydrogène ou d'azote, ou dans l'eau bouillie d'une éprouvette renversée; il résiste à l'asphyxie (trois à quatre jours en été, six à huit en hiver), et il y a dégagement d'acide carbonique qui trouble l'eau de chaux placée dans un tube; la distillation de l'eau donne de l'alcool.

» 2° Même expérience avec une dissolution bouillie de glucose à $\frac{1}{2}$ pour 100. Le *Tapes* résiste un peu plus à l'asphyxie; le dégagement d'acide carbonique est plus fort et la quantité d'alcool plus grande.

([1]) A. Sabatier, *Essai sur la Vie et la Mort;* 1893.

([2]) Ces expériences ont été faites au laboratoire de Roscoff.

» 3° Une dissolution de sucre de canne ou de dextrine se comporte comme celle du glucose; de plus, le résidu réduit la liqueur de Barreswill et brunit une dissolution de potasse ou de soude; avec l'iode (la dextrine) aucune coloration.

» 4° L'amidon se comporte comme la dextrine.

» Les animaux présentent donc le phénomène de la résistance à l'asphyxie comme les végétaux.

» II. *Énergie musculaire.* — L'énergie musculaire, par centimètre carré de section, atteint une valeur de 9^{kg} à 10^{kg} chez le *Tapes decussata*.

» Elle varie avec la température et possède une température optimum comprise entre 15° et 20°.

» Ces résultats ont été trouvés : 1° par traction directe sur les deux valves; 2° par la pression d'une colonne de mercure qui détermine l'écartement des deux valves. Le mercure est introduit entre les deux valves au moyen d'un tube adapté à un trou pratiqué dans une valve.

» III. *Variation du milieu extérieur : température, densité, composition.* — Tout changement, survenu dans les conditions normales d'existence du *Tapes*, détermine des troubles organiques qui ont un certain retentissement sur le cœur; la marche des pulsations cardiaques permet donc d'étudier l'action des agents physiques et chimiques.

» 1° Action de la température. — *a*. La chaleur agit comme un excitant. Toute élévation de température détermine une surexcitation des mouvements cardiaques.

» *b*. Une température de 45° à 50°, pendant un quart d'heure, détermine la mort et le cœur s'arrête en systole.

» 2° Composition du milieu extérieur (corps neutres et sels dissous dans l'eau de mer, tels que : chlorure de sodium, sulfate de magnésie, chlorure de magnésium, iodure de potassium, bromure de potassium).

» *a*. Le *Tapes decussata* ne supporte pas l'eau distillée, l'eau ordinaire ou même l'eau tenant en dissolution et *isolément* les différentes substances dissoutes dans l'eau de mer.

» *b*. Si l'on fait varier dans *l'eau de mer même* la proportion relative de ses différents sels, ils deviennent toxiques à une dose variable d'une substance à une autre; les sels de sodium et de magnésium le sont moins que les sels de potassium.

» *c*. Le milieu extérieur agit moins par sa densité que par sa composition.

» 3° Action directe de certaines substances. — *a*. *Acides.* — Les acides minéraux sont des poisons musculaires très puissants; ils agissent par la coagulation des matières albuminoïdes, à la dose de $\frac{1}{10000}$ et déterminent l'arrêt du cœur en systole et la rigidité musculaire (acides sulfurique, azotique, chlorhydrique).

» *b*. Les acides organiques (formique, phénique, acétique) sont moins énergiques; leur action est sensible au $\frac{1}{5000}$.

» *c*. Les *alcalis* sont moins énergiques que les acides; ils agissent au $\frac{1}{5000}$ par solution des matières albuminoïdes.

» Le gaz ammoniac est très délétère.

» *d. Alcool.* — L'alcool absolu, en contact direct avec le cœur ou avec les ganglions nerveux, détermine l'arrêt immédiat du cœur en systole.

» *e. Éther et chloroforme.* — L'éther et le chloroforme, en contact direct avec le cœur ou les ganglions, déterminent l'arrêt temporaire du cœur en systole; lorsque les pulsations reprennent, elles sont moins nombreuses et l'arrêt du cœur survient au bout de quelques heures.

» *d. Vapeurs.* — Les vapeurs d'éther, de chloroforme, d'alcool absolu sont très délétères; en quelques minutes, le cœur s'arrête en systole et les muscles deviennent rigides.

» *e. Essences.* — Les essences (bergamote, violettes, cèdre) produisent le même effet en quelques heures (2^h à 15^h).

» *f. Alcool, éther, etc., en injection.* — L'alcool à 30° et l'éther injectés dans le pied ($\frac{1}{2}^{cc}$) déterminent une surexcitation du cœur et provoquent des pulsations nombreuses et énergiques.

» *g.* L'alcool absolu et le chloroforme injectés dans le pied ($\frac{1}{2}^{cc}$) déterminent l'arrêt immédiat du cœur en systole et la rigidité musculaire.

» *h.* La caféine en injection dans le pied ($1^{cc}\frac{1}{2}$) ralentit les pulsations cardiaques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur quelques lacs des Alpes, de l'Aubrac et des Pyrenées.* Note de M. A. **Delebecque**, présentée par M. Daubrée.

« Pendant l'été de 1894, j'ai continué mes recherches sur les lacs français, dans les Alpes, l'Aubrac et les Pyrénées.

» Le lac d'Allos (Basses-Alpes), situé à l'altitude approximative de 2200^m, et d'une superficie de 60^{ha} environ, est tout entier dans la roche en place, formée par les poudingues et les grès oligocènes. Il avait le 1er octobre, en eaux extraordinairement basses, une profondeur maximum de 35^m. Il s'écoule souterrainement par un trou visible en très basses eaux, et, comme tous les lacs qui n'ont pas de déversoir superficiel, est sujet à des variations de niveau considérables : elles dépassent une dizaine de mètres.

» Le lac de Lovitel (Isère), à l'altitude d'environ 1550^m, est soutenu par une digue formée de matériaux erratiques. Il est difficile, vu l'uniformité des roches de la région, de dire si l'on a affaire à une moraine ou à des éboulis. Ce lac a, en eaux basses, une profondeur de 50^m et, comme le lac d'Allos, s'infiltre sans écoulement superficiel à travers la digue en question; les variations de son niveau atteignent 13^m.

» Les lacs de l'Aubrac (Lozère), que j'ai explorés avec M. Fabre, le géologue bien connu des Cévennes, paraissent devoir leur origine à des barrages formés soit par des coulées de laves, soit par d'anciennes moraines. Ils sont au nombre de quatre et sont très peu profonds.

» Le plus grand, le lac de Saint-Andéol, célèbre dans les légendes populaires, n'a que $10^m,50$ de profondeur.

» Viennent ensuite le lac de Bord, avec 9^m, le lac de Salien, avec 11^m et le lac de Souverols, que je n'ai pu sonder, parce qu'il est entouré d'une ceinture de marais qui le rendent parfois inabordable; sa profondeur paraît d'ailleurs être très faible.

» Dans les Pyrénées, j'ai exploré la plupart des lacs de montagne ayant quelque importance.

» Le Tableau suivant donne le résumé de mes recherches :

	Lacs.	Départements.	Profondeur maximum.	Altitude approximative.
	Lac d'Artouste.........	Basses-Pyrénées	85 m	1950 m
	» de Miguelou.......	Hautes-Pyrénées	58 (1)	2250
	» d'Estaing..........	Hautes-Pyrénées	3,80	1250
	» de Gaube..........	»	41	1720
Lacs du massif de Néouvieille...	» de Tracens.........	»	20,50	2180
	» d'Escoubous.......	»	23,50	1950
	» de Cap de Long.....	»	56	2200
	» d'Orédon..........	»	48	1870
	» d'Auber...........	»	44	2160
	» d'Aumar...........	»	23	2200
	» Bleu..............	»	120	1960
Lacs du massif de Carlitte......	» de Naguille........	Ariège	72	1850
	» de Lanoux.........	Pyrénées-Orientales	53,50	2150

» Je rappelle que M. Belloc a, de son côté, exploré les lacs d'Oo (Haute-Garonne) d'Estom et de Caiallouas (Hautes-Pyrénées), pour lesquels il a obtenu respectivement les profondeurs de 67^m, 18^m et 101^m. J'ai retrouvé dans mes sondages les chiffres donnés par cet excellent hydrographe.

» L'origine de ces lacs de montagne, qui tous, sauf le lac d'Estaing, sont entièrement dans la roche en place (éruptive, cristallophyllienne ou primaire) et dont quelques-uns atteignent une profondeur considérable est assez malaisée à déterminer. Il est évident, pour beaucoup de raisons, qu'ils ne sont pas contemporains du plissement des Pyrénées. D'autre part, tout ce que nous connaissons des glaciers nous porte à croire que ceux-ci n'ont pu creuser des bassins d'une profondeur tant soit peu importante; il serait bien téméraire de leur attribuer l'origine de lacs comme le lac d'Artouste ou le lac Bleu. L'érosion aqueuse ne paraît guère avoir pu être un agent important d'excavation, surtout dans des roches peu solubles, comme celles qui entourent les lacs pyrénéens. Il semble plus naturel de

---

(1) Le mauvais temps m'ayant empêché de poursuivre mes opérations, il se peut que la profondeur maximum soit un peu supérieure à ce chiffre.

voir dans beaucoup de ces lacs le produit d'affaissements locaux, bien postérieurs à la formation des montagnes. Les travaux de M. Heim ont mis en lumière l'affaissement en bloc de tout un massif montagneux; il n'est pas impossible que, à l'intérieur d'un semblable massif, certaines régions aient subi des effondrements individuels, en jouant les unes par rapport aux autres. Si l'on examine les lacs qui forment la ceinture du Néouvieille, on est frappé de voir qu'ils offrent, par rapport à cette chaîne, la même disposition que les lacs subalpins par rapport au massif des Alpes.

» Les eaux des lacs des Pyrénées sont en général très transparentes; j'ai vu, dans celles du lac de Miguelou, le disque de Secchi jusqu'à la profondeur de 21^{m}. Elles sont très peu chargées de matières dissoutes, comme on pouvait s'y attendre d'après la nature du terrain; j'ai trouvé (eaux de surface) pour le lac d'Oo $0^{gr},0186$ de matières dissoutes par litre, pour le lac de Gaube $0^{gr},034$, et pour le lac d'Estom $0^{gr},0247$. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son Doyen M. Daubrée, présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Mallard*.

En première ligne . . . . M. **Hautefeuille.**

En seconde ligne, par ordre alphabétique . . . .
M. **Barrois.**
M. **Marcel Bertrand.**
M. **de Lapparent.**
M. **Michel-Lévy.**

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.